



TESIS – RE142541

**KAJIAN KERENTANAN WILAYAH PESISIR TERHADAP  
KENAIKAN MUKA AIR LAUT UNTUK MENENTUKAN UPAYA  
ADAPTASI DAN MITIGASI DI KABUPATEN SIDOARJO.**

RISWANDA FIRMAN SYAHPUTRA  
3314201024

Dosen Pembimbing  
Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso., MT.

**PROGRAM MAGISTER  
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2016**





**TESIS - RE142541**

**VULNERABILITY ASSESSMENT OF COASTAL AREAS  
OF SEA LEVEL RISE TO DETERMINE THE  
ADAPTATION AND MITIGATION EFFORTS IN  
SIDOARJO DISTRICT.**

**RISWANDA FIRMAN SYAHPUTRA  
3314201024**

**SUPERVISOR  
Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso., MT.**

**MASTER PROGRAME  
DEPARTEMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA**



Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Teknik (M.T.)  
di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
oleh :

Riswanda Firman Syahputra  
NRP. 3314201024

Tanggal Ujian : 21 Juni 2016  
Periode Wisuda : September 2016

Disetujui Oleh :

1. Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT.  
NIP : 196601161997031001

(Pembimbing I)

2. Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, MScES  
NIP : 195408241984031001

(Penguji)

3. Alia Damayanti, ST., MT., Ph.D  
NIP : 197702092003122001

(Penguji)

4. Dr.Eng. Arie Dipareza Syafei, ST, MEPM  
NIP : 198201192005011001

(Penguji)

Direktur Program Pascasarjana,



Prof. Dr. Dianghar Manfaat, MSc., PhD  
NIP. 196012021987011001

**“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”**



KAJIAN KERENTANAN WILAYAH PESISIR TERHADAP KENAIKAN MUKA  
AIR LAUT UNTUK MENENTUKAN UPAYA ADAPTASI DAN MITIGASI DI  
KABUPATEN SIDOARJO

Mahasiswa : Riswanda Firman Syahputra

NPR : 3314201024

Pembimbing : Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT.

**ABSTRAK**

Kabupaten Sidoarjo merupakan salah satu daerah di pesisir Jawa yang berpotensi terkena dampak dari banjir rob akibat kenaikan muka air laut. Hal ini dapat menimbulkan masalah dari sektor ekonomi dan sosial masyarakat, oleh karena itu diperlukan langkah yang tepat untuk menentukan strategi adaptasi dan mitigasi terhadap kenaikan muka air laut di Kabupaten Sidoarjo.

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah menghitung ketinggian muka air laut kemudian memproyeksikan daerah genangan banjir hingga 100 tahun mendatang. Selanjutnya dilakukan analisa dampak kenaikan muka air laut terhadap fisik, lingkungan dan ekonomi berdasarkan luas lahan tergenang. Setelah itu dilakukan analisa adaptasi dan mitigasi berdasarkan wilayah yang paling rentan terkena dampak.

Berdasarkan analisa pasang air laut rata-rata, wilayah yang tergenang pada skenario 1 sebesar 2061.14 hektar dengan kerugian ekonomi sebesar 24 milyar rupiah. Pada skenario 2 sebesar 2081.80 hektar dengan kerugian ekonomi sebesar 46 milyar rupiah. Pada skenario 3 sebesar 2154.94 hektar dengan kerugian ekonomi sebesar 349 milyar rupiah. Pada skenario 4 sebesar 2681 hektar dengan kerugian ekonomi sebesar 16 trilyun rupiah. Sedangkan pada kondisi pasang tertinggi, luas genangan banjir pada skenario 1 sebesar 16717.24 hektar dengan kerugian ekonomi mencapai 344.7 milyar rupiah. Pada skenario 2 sebesar 16910.8 hektar dengan kerugian ekonomi mencapai 672.9 milyar rupiah. Pada skenario 3 sebesar 17721.1 hektar dengan kerugian ekonomi sebesar 5.1 trilyun rupiah. Pada skenario 4 sebesar 19333.2 hektar dengan kerugian ekonomi mencapai 149 trilyun rupiah. Rencana adaptasi dan mitigasi yang memungkinkan dilakukan adalah membangun tanggul penahan rob, menambah pintu air dan rumah pompa untuk memaksimalkan penyaluran genangan banjir.

Kata Kunci : perubahan iklim, kenaikan muka air laut, adaptasi dan mitigasi.

**“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”**



VULNERABILITY ASSESSMENT OF COASTAL AREAS OF SEA LEVEL RISE  
TO DETERMINE THE ADAPTATION AND MITIGATION EFFORTS IN  
SIDOARJO DISTRICT

Mahasiswa : Riswanda Firman Syahputra

NPR : 3314201024

Pembimbing : Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT.

**ABSTRACT**

*Sidoarjo city is one of the coastal areas are potentially affected by tidal flooding due to sea level rise. This can cause problems of social and economic, therefore the necessary steps to determine the exact adaptation and mitigation strategies against sea level rise in Sidoarjo.*

*The first step in this research is to calculate the height of sea level and then projecting the inundation area of up to 100 years. Furthermore, the analysis of the impact of sea level rise on the physical, environmental and economic area of land inundated. After the analysis of adaptation and mitigation based on the most vulnerable regions affected.*

*Based on the analysis of tide on average, the area flooded in scenario 1 of 2061.14 hectares with an economic loss of 24 billion rupiah. In scenario 2 of 2081.80 hectares with an economic loss of 46 billion rupiah. In scenario 3 of 2154.94 hectares with an economic loss of 349 billion rupiah. In scenario 4 of 2681 hectares with an economic loss of 16 trillion rupiah. While the condition of the highest tides, extensive inundation in scenario 1 of 16717.24 hectares with economic losses reaching 344.7 billion rupiah. In scenario 2 of 16910.8 hectares with economic losses reaching 672.9 billion rupiah. In scenario 3 of 17721.1 hectares with an economic loss of 5.1 trillion rupiah. In scenario 4 of 19333.2 hectares with economic losses reaching 149 trillion rupiah. Adaptation and mitigation plans that allow to do is build giant sea wall, adding sluice gates and pump house to maximize the distribution of floodwaters.*

*Keywords: climate change, sea level rise, adaptation and mitigation.*

**“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”**

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT .....	v
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan .....	3
1.4. Ruang Lingkup .....	3
1.5. Manfaat .....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1. Gambaran Umum Kabupaten Sidoarjo .....	5
2.1.1. Letak Geografis .....	5
2.1.2. Administratif Kabupaten Sidoarjo .....	5
2.1.3. Peruntukan Lahan di Kabupaten Sidoarjo .....	8
2.1.4. Kependudukan .....	13
2.1.5. Mata Pencaharian Penduduk .....	14
2.1.6. Wilayah Pesisir Kabupaten Sidoarjo .....	16
2.2. Pesisir .....	20
2.3. Kenaikan muka air laut .....	21
2.4. Dampak Kenaikan muka air laut .....	24
2.5. Digital Elevation Model .....	26

2.6.	Sistem Informasi Geografi .....	27
2.7.	Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim.....	29
2.8.	Penelitian Terdahulu .....	30
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....		31
3.1.	Umum.....	31
3.2.	Kerangka Penelitian .....	32
3.3.	Tahapan Penelitian.....	34
3.3.1.	Ide Penelitian .....	34
3.3.2.	Studi Literatur.....	35
3.3.3.	Pengumpulan Data.....	35
3.3.4.	Pengolahan Data .....	36
3.3.5.	Analisis dan Pembahasan .....	40
BAB 4 Analisa dan Pembahasan .....		45
4.1.	Kenaikan Muka Air Laut .....	45
4.2.	Analisa Genangan Banjir .....	46
4.3.	Analisa Genangan Banjir Terhadap Peruntukan Lahan .....	58
4.4.	Analisa Kerugian Ekonomi .....	72
4.5.	Penentuan kerentanan wilayah kenaikan muka air laut .....	109
4.6.	Strategi adaptasi mitigasi genangan banjir.....	117
4.6.1.	Kondisi eksisting wilayah terkena dampak di Kabupaten Sidoarjo .....	117
4.6.1.1.	Kecamatan Buduran.....	117
4.6.1.2.	Kecamatan Candi .....	117
4.6.1.3.	Kecamatan Jabon .....	118
4.6.1.4.	Kecamatan Porong .....	119
4.6.1.5.	Kecamatan Sedati.....	119
4.6.1.6.	Kecamatan Sidoarjo .....	120

4.6.1.7. Kecamatan Tanggulangin .....	121
4.6.1.8. Kecamatan Waru.....	122
4.6.2. Analisis Alternatif Stategi Adaptasi dan Mitigasi wilayah Tergenang .....	122
BAB 5 .....	127
5.1. Kesimpulan .....	127
5.2. Saran.....	128
DAFTAR PUSTAKA .....	129

**“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”**

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Pembagian Wilayah Administrasi dan luas tiap Kecamatan di Kabupaten Sidoarjo .....	6
<b>Tabel 2.2</b> Penggunaan Lahan tiap kecamatan di Kabupaten Sidoarjo (Hektar) .....	9
<b>Tabel 2.3</b> Produksi Rata-rata Padi, Jagung, Kedelai dan kacang hijau.....	12
<b>Tabel 2.4</b> Luas Tambak (Ha) dan Produksi Ikan Menurut Jenis per Kecamatan .....	13
<b>Tabel 2.5</b> Jumlah penduduk Kabupaten Sidoarjo tahun 2010 .....	14
<b>Tabel 2.6</b> penduduk menurut mata pencaharian di Kabupaten Sidoarjo tahun 2013 ..	15
<b>Tabel 2.7</b> Peruntukan lahan di daerah pesisir Kabupaten Sidoarjo .....	17
<b>Tabel 2.8.</b> Skenario Kenaikan Muka Air Laut .....	23
<b>Tabel 3.1</b> Kriteria dan Indikator Genangan Wilayah.....	38
<b>Tabel 4.1</b> Data ketinggian muka air laut rata-rata tahun 2006-2013 (meter).....	45
<b>Tabel 4.2</b> Data ketinggian muka air laut Max tahun 2006-2013 (meter).....	45
<b>Tabel 4.3</b> Luas genangan banjir rob skenario 1 pasang rata-rata (150 cm) .....	49
<b>Tabel 4.4</b> Luas Genangan Banjir Rob Skenario 1 pasang tertinggi (282 cm) .....	50
<b>Tabel 4.5</b> Luas genangan banjir rob skenario 2 pasang rata-rata (152 cm) .....	52
<b>Tabel 4.6</b> Luas Genangan Banjir Rob Skenario 2 pasang tertinggi (284 cm) .....	52
<b>Tabel 4.7</b> Luas genangan banjir rob skenario 3 pasang rata-rata (158 cm) .....	54
<b>Tabel 4.8</b> Luas Genangan Banjir Rob Skenario 3 pasang tertinggi (282 cm) .....	55
<b>Tabel 4.9</b> Luas genangan banjir rob skenario 4 pasang rata-rata (168cm) .....	57
<b>Tabel 4.10</b> Luas Genangan Banjir Rob Skenario 4 pasang tertinggi (300 cm) .....	57
<b>Tabel 4.11</b> Rekap kenaikan muka air laut di Kabupaten Sidoarjo .....	58
<b>Tabel 4.12</b> Luas Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 1 pasang rata-rata (150 cm).....	59
<b>Tabel 4.13</b> Luas Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 1 pasang tertinggi (282 cm) .....	60
<b>Tabel 4.14</b> Luas Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 2 pasang rata-rata (152 cm).....	63
<b>Tabel 4.15</b> Luas Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 1 pasang tertinggi (284 cm) .....	64



<b>Tabel 4.16</b> Luas Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 3 pasang rata-rata (158 cm).....	66
<b>Tabel 4.17</b> Luas Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 3 pasang tertinggi (290 cm) .....	67
<b>Tabel 4.18</b> Luas Genangan Banjir Terhadap Peruntukan Lahan Skenario 4 pasang rata-rata (168cm).....	69
<b>Tabel 4.19</b> Luas Genangan Banjir Terhadap Peruntukan Lahan Skenario 4 pasang tertinggi (300 cm) .....	70
<b>Tabel 4.20</b> Laporan Inflasi (Indeks Harga Konsumen) Berdasarkan perhitungan inflasi tahunan 2006-2016 .....	73
<b>Tabel 4.21</b> kerugian ekonomi tambak skenario 1 pasang rata-rata .....	74
<b>Tabel 4.22</b> kerugian ekonomi tambak skenario 1 pasang tertinggi.....	76
<b>Tabel 4.23</b> Kerugian Ekonomi Individu Nelayan Skenario 1 .....	77
<b>Tabel 4.24</b> kerugian ekonomi tambak skenario 2 pasang rata-rata .....	78
<b>Tabel 4.25</b> kerugian ekonomi tambak skenario 2 pasang tertinggi.....	79
<b>Tabel 4.26</b> Kerugian Ekonomi Individu Nelayan Skenario 2 .....	81
<b>Tabel 4.27</b> kerugian ekonomi tambak skenario 3 pasang rata-rata .....	81
<b>Tabel 4.28</b> kerugian ekonomi tambak skenario 3 pasang tertinggi.....	82
<b>Tabel 4.29</b> Kerugian Ekonomi Individu Nelayan Skenario 3 .....	84
<b>Tabel 4.30</b> kerugian ekonomi tambak skenario 4 pasang rata-rata .....	84
<b>Tabel 4.31</b> kerugian ekonomi tambak skenario 4 pasang tertinggi.....	86
<b>Tabel 4.32</b> Kerugian Ekonomi Individu Nelayan Skenario 4 .....	87
<b>Tabel 4.33</b> kerugian ekonomi sawah skenario 1 pasang rata-rata.....	88
<b>Tabel 4.34</b> kerugian ekonomi sawah skenario 1 pasang tertinggi .....	89
<b>Tabel 4.35</b> Kerugian Ekonomi Individu Petani Skenario 1 .....	91
<b>Tabel 4.36</b> kerugian ekonomi sawah skenario 2 pasang rata-rata.....	91
<b>Tabel 4.37</b> kerugian ekonomi sawah skenario 2 pasang tertinggi .....	92
<b>Tabel 4.38</b> Kerugian Ekonomi Individu Petani Skenario 2 .....	94
<b>Tabel 4.39</b> kerugian ekonomi sawah skenario 3 pasang rata-rata.....	94
<b>Tabel 4.40</b> kerugian ekonomi sawah skenario 3 pasang tertinggi .....	95
<b>Tabel 4.41</b> Kerugian Ekonomi Individu Petani Skenario 3 .....	97
<b>Tabel 4.42</b> kerugian ekonomi sawah skenario 4 pasang rata-rata.....	97

<b>Tabel 4.43</b>	kerugian ekonomi sawah skenario 4 pasang tertinggi .....	99
<b>Tabel 4.44</b>	Kerugian Ekonomi Individu Petani Skenario 4 .....	101
<b>Tabel 4.45</b>	kerugian ekonomi jalan skenario 1 .....	102
<b>Tabel 4.46</b>	kerugian ekonomi jalan skenario 2 .....	103
<b>Tabel 4.47</b>	kerugian ekonomi jalan skenario 3 .....	103
<b>Tabel 4.48</b>	kerugian ekonomi jalan skenario 4 .....	104
<b>Tabel 4.45</b>	luas genangan, Tinggi Genangan dan nilai kerentanan tiap desa Skenario 4 pasang rata-rata (168 cm) .....	109
<b>Tabel 4.32</b>	Matrik daerah rentan skenario 4 pasang rata-rata .....	111
<b>Tabel 4.33</b>	luas genangan, Tinggi Genangan dan nilai kerentanan tiap desa Skenario 4 pasang tertinggi (300 cm) .....	112
<b>Tabel 4.34</b>	Matrik daerah rentan skenario 4 pasang tertinggi .....	115

**“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”**

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Peta administrasi Kabupaten Sidoarjo .....	7
<b>Gambar 3.1</b>	Skema Kerangka Penelitian.....	33
<b>Gambar 3.2</b>	Diagram alir metodologi penelitian.....	34
<b>Gambar 4.1</b>	Kenaikan muka air laut rata-rata .....	46
<b>Gambar 4.2</b>	Peta srtm Kabupaten Sidoarjo .....	47
<b>Gambar 4.3</b>	Peta Genangan Banjir Skenario 1 pasang rata-rata (150 cm).....	48
<b>Gambar 4.4</b>	Peta Genangan Banjir Skenario 1 pasang tertinggi (282 cm) .....	49
<b>Gambar 4.5</b>	Peta Genangan Banjir Skenario 2 pasang rata-rata (152 cm).....	51
<b>Gambar 4.6</b>	Peta Genangan Banjir Skenario 2 pasang tertinggi (284 cm) .....	51
<b>Gambar 4.7</b>	Peta Genangan Banjir Skenario 3 pasang rata-rata (158 cm).....	53
<b>Gambar 4.8</b>	Peta Genangan Banjir Skenario 3 pasang tertinggi (290 cm) .....	54
<b>Gambar 4.9</b>	Peta Genangan Banjir Skenario 4 pasang rata-rata (168 cm).....	56
<b>Gambar 4.10</b>	Peta Genangan Banjir Skenario 4 pasang tertinggi (300 cm) .....	56
<b>Gambar 4.11</b>	Diagram Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 1 pasang rata-rata (150 cm) .....	60
<b>Gambar 4.12</b>	Diagram Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 1 pasang tertinggi (282 cm) .....	62
<b>Gambar 4.13</b>	Diagram Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 2 pasang rata-rata (152 cm) .....	63
<b>Gambar 4.14</b>	Diagram Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 2 pasang tertinggi (284 cm) .....	65
<b>Gambar 4.15</b>	Diagram Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 3 pasang rata-rata (158 cm) .....	66
<b>Gambar 4.16</b>	Diagram Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 3 pasang tertinggi (290 cm) .....	68
<b>Gambar 4.17</b>	Diagram Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 4 pasang rata-rata (168 cm) .....	69
<b>Gambar 4.18</b>	Diagram Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 4 pasang tertinggi (300 cm) .....	71

<b>Gambar 4.19</b>	Peta kerentanan wilayah kenaikan muka air laut skenario 4 pasang rata-rata .....	111
<b>Gambar 4.20</b>	Peta kerentanan wilayah kenaikan muka air laut skenario 4 pasang tertinggi.....	116
<b>Gambar 4.21</b>	Tambak di desa damarsi, Kecamatan Buduran .....	117
<b>Gambar 4.22</b>	Sawah di desa Kedungpeluk, Kecamatan Candi .....	118
<b>Gambar 4.23</b>	Tambak di desa Tambakkalisogo, Kecamatan Jabon.....	118
<b>Gambar 4.24</b>	Tambak di desa Plumbon, Kecamatan Porong.....	119
<b>Gambar 4.25</b>	Tambak di Tambakcemandi, Kecamatan Sedati .....	120
<b>Gambar 4.26</b>	Bandara Juanda, Kecamatan Sedati .....	120
<b>Gambar 4.27</b>	Pemukiman di kelurahan Bulusidokare, Kecamatan Sidoarjo .....	121
<b>Gambar 4.28</b>	Desa Kedungbendo, Kecamatan Sidoarjo .....	121
<b>Gambar 4.29</b>	Pemukiman dan tambak di desa Tambakoso, kecamatan Waru .....	122
<b>Gambar 4.30</b>	Peta arahan adaptasi kawasan Permukiman .....	123
<b>Gambar 4.31</b>	Peta arahan adaptasi kawasan Tambak .....	124
<b>Gambar 4.32</b>	Peta arahan adaptasi kawasan Sawah .....	125

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Perubahan iklim memberikan pengaruh kepada masyarakat dan kawasan di berbagai belahan dunia. Perubahan iklim terjadi sebagai dampak dari pemanasan global yang disebabkan oleh meningkatnya gas rumah kaca akibat kegiatan dari manusia, sektor yang terbesar dalam menyumbang emisi gas rumah kaca adalah sektor industry, transportasi dan rumah tangga. Meningkatnya konsentrasi beberapa jenis gas rumah kaca mengakibatkan penyerapan energi matahari dan refleksi panas matahari menjadi semakin tinggi sehingga meningkatkan suhu udara di bumi dan memicu terjadinya perubahan iklim yang secara tidak langsung menambah volume air di samudera dan menyebabkan kenaikan muka laut karena pemuaian air laut dan mencairnya salju di kutub utara dan selatan bumi (Putuhena, 2011).

Dampak yang ditimbulkan oleh perubahan iklim tersebut diantaranya adalah gelombang ekstim, badai tropis, perubahan pola pasang surut, kenaikan muka air laut, peningkatan suhu bumi, perubahan curah hujan, perubahan pola angin dan lain sebagainya (Susandi, 2004). Perubahan iklim dapat mengakibatkan banjir dengan intensitas yang lebih sering dan dalam skala yang luas dapat memberikan pengaruh pada masyarakat di sekitar bantaran sungai, selain itu daerah-daerah kering mengalami musim kering yang lebih panjang dari biasanya. Di kawasan perkotaan, dampak dari perubahan iklim cukup sulit untuk diidentifikasi dan dibedakan karena karakteristik Kota yang cenderung kompleks, konsentrasi dari kelompok orang, aktivitas, ekosistem dan layanan yang berbeda-beda. Satu dampak perubahan iklim dapat memberikan sejumlah efek yang berbeda-beda. Dari sebagian dampak yang bisa ditimbulkan karena pemanasan global, isu yang paling sering dibicarakan adalah terkait kenaikan muka air laut.

Kenaikan muka air laut dapat berpengaruh pada sejumlah negara kepulauan di kawasan Pasifik. Menurut IPCC (2007) pada tahun 2100 suhu permukaan bumi akan naik sekitar 2.2-4.9<sup>0</sup>C. Kenaikan suhu global akan meningkatkan tinggi muka air laut sekitar 0.09-0.88 m atau selama 100 tahun ke depan laju kenaikan rata-rata 4.9 mm

/tahun. Publikasi WG II IPCC 2001 mengungkapkan bahwa kenaikan muka air laut hingga 60 cm akan menyebabkan Indonesia kehilangan sekitar 34.000 km<sup>2</sup> wilayahnya dan mengancam kehidupan 2 juta penduduk Indonesia. Hal ini menyebabkan isu kenaikan muka air laut menjadi isu utama dalam perubahan iklim karena memiliki dampak ekonomi yang sangat besar.

Menurut Putra (2012) seberapa jauh ancaman bencana kenaikan muka air laut tersebut terjadi dipengaruhi juga oleh kondisi geografi eksisting seperti gelombang, pasang surut, elevasi, dan kemiringan. Disamping itu juga dipengaruhi oleh struktur sosial yang ada seperti kepadatan penduduk, persentase jumlah penduduk dengan pekerjaan sektor rentan (nelayan) dan penggunaan lahan. Beberapa ahli/pakar menyebutkan bahwa banjir akibat pasang air laut (rob) ini telah memberikan dampak negative terhadap kawasan permukiman pesisir. Dampak banjir akibat pasang air laut (rob) telah merubah fisik lingkungan dan memberikan tekanan terhadap masyarakat, bangunan, dan infrastruktur permukiman yang ada dikawasan tersebut. Banjir akibat pasang air laut (rob) akan berdampak terhadap rusaknya sarana dan prasarana lingkungan (air bersih, persampahan, drainase, sanitasi) serta penurunan kualitas lingkungan yang ditandai dengan turunnya kualitas kesehatan masyarakat

Kabupaten Sidoarjo merupakan daerah penyangga Ibukota Jawa Timur sekaligus pintu gerbang menuju Surabaya melalui Bandara Juanda yang lokasinya berada di Kabupaten Sidoarjo. Kabupaten Sidoarjo merupakan salah satu daerah di pesisir jawa yang berpotensi terkena dampak dari kenaikan muka air laut. Oleh karena itu diperlukan langkah yang tepat untuk menentukan strategi adaptasi dan mitigasi kenaikan muka air laut di Kabupaten Sidoarjo.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan dapat disusun suatu rumusan masalah dari penelitian adalah:

1. Bagaimanakah sebaran wilayah yang rentan terkena dampak kenaikan muka air laut di Kabupaten Sidoarjo?
2. Seberapa besar dampak kerugian ekonomi akibat kenaikan muka air laut di Kabupaten Sidoarjo?



3. Bagaimana upaya adaptasi dan mitigasi yang tepat diterapkan untuk kenaikan muka air laut di wilayah pesisir Kabupaten Sidoarjo?

### **1.3. Tujuan**

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Identifikasi wilayah rentan terhadap kenaikan muka air laut di kabupaten Sidoarjo, ditinjau dari kenaikan muka air laut.
2. Menganalisis dampak kerugian ekonomi akibat kenaikan muka air laut di wilayah Kabupaten Sidoarjo.
3. Menganalisis langkah adaptasi dan mitigasi yang tepat diterapkan berdasarkan dari kerentanan wilayah pesisir di wilayah Kabupaten Sidoarjo.

### **1.4. Ruang Lingkup**

1. Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur yang wilayahnya berbatasan langsung dengan pesisir yaitu kecamatan Waru, Sedati, Buduran, Sidoarjo, Tanggulangin, Candi dan Jabon.
2. Parameter penelitian yang digunakan adalah pasang surut air laut, tanpa melihat curah hujan.
3. Perhitungan yang dilakukan adalah proyeksi data kenaikan muka air laut dari 10 tahun sebelumnya yaitu pada tahun 2005.
4. Proyeksi kenaikan muka air laut dilakukan dengan jangka waktu 10 tahun, 20 tahun, 50 tahun dan 100 tahun, proyeksi dilakukan dengan menganalisa keadaan pasang rata-rata dan keadaan pasang tertinggi.
5. Pemetaan kerentanan wilayah Kabupaten Sidoarjo disesuaikan menggunakan peta Rupa Bumi dan DEM SRTM.
6. Pemetaan kerentanan wilayah Kabupaten Sidoarjo dilakukan menggunakan metode ArcGIS.
7. Aspek yang dianalisa meliputi :
  - a. Aspek teknis
    - Dampak kenaikan muka air laut yang meliputi fisik bangunan dan jalan di wilayah pesisir Kabupaten Sidoarjo.
  - b. Aspek lingkungan

- Dampak kenaikan muka air laut terhadap lingkungan meliputi sawah, sungai, tambak, tegalan di wilayah pesisir Kabupaten Sidoarjo.
- c. Aspek ekonomi
- Perhitungan kerugian ekonomi kerusakan lahan akibat kenaikan muka air laut.
8. Penelitian dilakukan selama 4 bulan dilakukan mulai bulan Januari hingga Mei 2016.

### **1.5. Manfaat**

1. Memberikan informasi terkait daerah yang rentan terkena dampak dari peningkatan muka air laut di wilayah Kabupaten Sidoarjo sehingga masyarakat lokal dapat melakukan tindakan pencegahan agar dapat mengurangi dampak negatif yang dapat ditimbulkan oleh bencana tersebut.
2. Memberikan rekomendasi tentang aksi adaptasi dan mitigasi kepada institusi lokal sehingga mampu meningkatkan keberhasilan rencana aksi nasional adaptasi perubahan iklim yang tepat untuk diterapkan di wilayah pesisir Kabupaten Sidoarjo.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Gambaran Umum Kabupaten Sidoarjo**

Kabupaten Sidoarjo berada dalam kategori dataran rendah karena lokasinya yang berada di pesisir utara Jawa Timur. Kabupaten Sidoarjo merupakan kabupaten terkecil dan terpadat penduduknya di Jawa Timur dengan luas wilayah sebesar 714.243 km<sup>2</sup>. Secara geografis, letak Kabupaten Sidoarjo yang berada di antara dua sungai yaitu kali Surabaya dan kali Porong dan di kawasan pantai utara Provinsi Jawa Timur sangat strategis, baik bagi kepentingan regional maupun nasional. Secara ekosistem, kondisi alamiah Kabupaten Sidoarjo sangat khas karena posisinya merupakan kawasan Delta dengan cuaca, musim, dan iklim tropis, yang merupakan aset atau sumber daya yang sangat besar bagi penduduk Kabupaten Sidoarjo. Peruntukan lahan di Kabupaten Sidoarjo digolongkan sebagai berikut, lahan pertanian, lahan perkebunan, lahan pertambangan tanah pekarangan, pemukiman, industri, perumahan dan lain-lain.

##### **2.1.1. Letak Geografis**

Kabupaten Sidoarjo terletak antara 112.5 BT – 112.9 BT dan 7.3 LS – 7.5 LS. Berbatasan langsung dengan Kota Surabaya di bagian utara, selat Madura dibagian timur, kabupaten Pasuruan di bagian selatan dan Kabupaten Mojokerto di bagian Barat (Kabupaten Sidoarjo dalam angka,2015). Kabupaten Sidoarjo Merupakan penyangga Kota Surabaya dan termasuk dalam kawasan Gerbangkertosusila. Sebagai salah satu penyangga Ibukota Propinsi Jawa Timur, Kabupaten Sidoarjo merupakan daerah yang mengalami perkembangan pesat. Keberhasilan ini dicapai karena berbagai potensi yang ada di wilayahnya seperti industri dan perdagangan, pariwisata, serta usaha kecil dan menengah dapat dikemas dengan baik dan terarah. Dengan adanya berbagai potensi daerah serta dukungan sumber daya manusia yang memadai, maka dalam perkembangannya Kabupaten Sidoarjo mampu menjadi salah satu daerah strategis bagi pengembangan perekonomian regional.

##### **2.1.2. Administratif Kabupaten Sidoarjo**

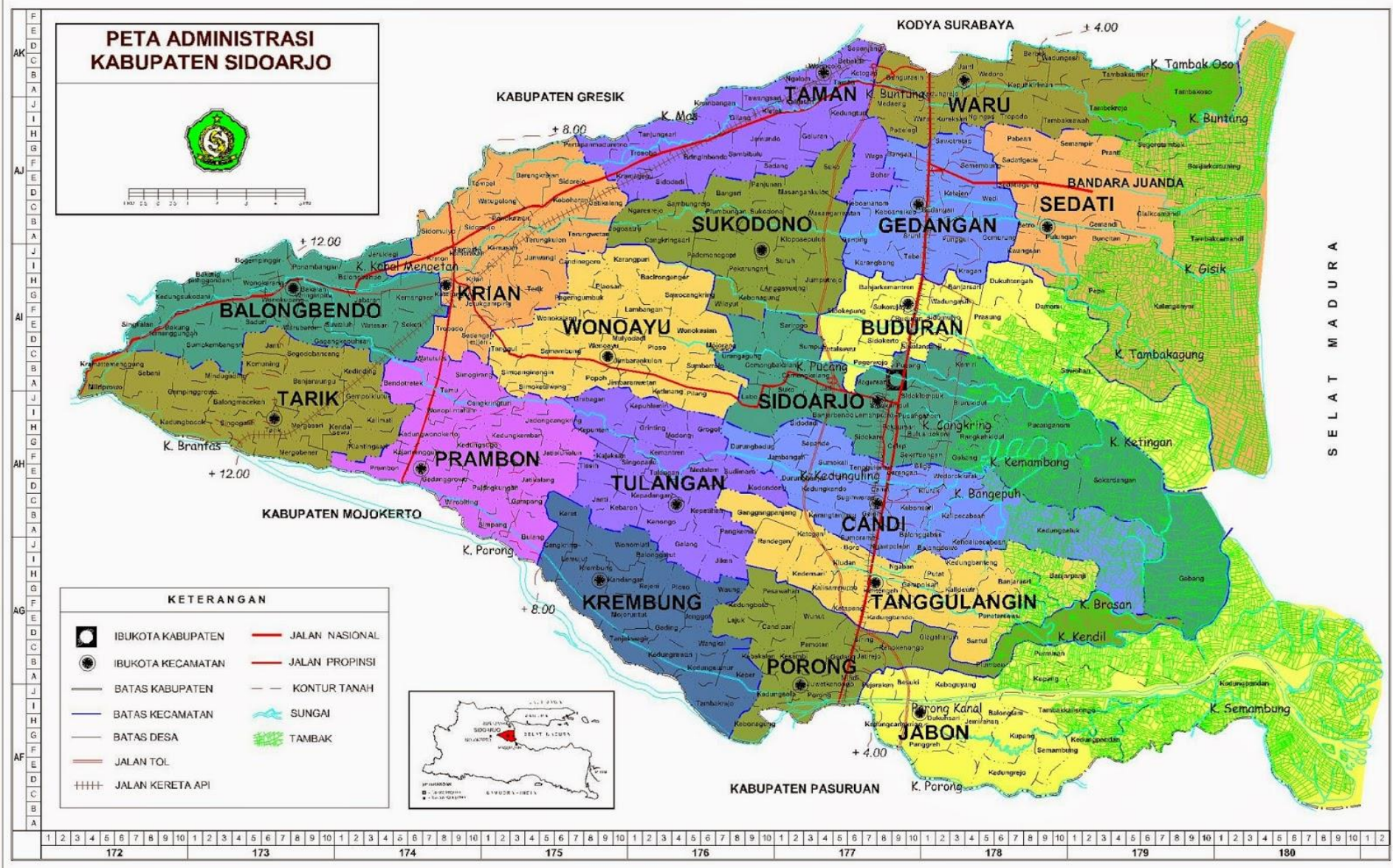
Kabupaten Sidoarjo terdiri dari 18 kecamatan, 233 desa dan 31 kelurahan. Pembagian wilayah administrasi dan luas tiap kecamatan di Kabupaten Sidoarjo dapat

dilihat pada tabel 2.1. Peta administrasi kabupaten Sidoarjo dapat dilihat pada gambar 2.1.

**Tabel 2.1** Pembagian Wilayah Administrasi dan luas tiap Kecamatan di Kabupaten Sidoarjo

No	Nama Kecamatan	Jumlah		Luas Wilayah
		Desa	Kelurahan	
1	Sidoarjo	10	14	6204.98
2	Buduran	15	-	4366.05
3	Candi	24	-	4286.44
4	Porong	13	-	3072.00
5	Krembung	19	-	2789.74
6	Tulangan	22	-	3132.04
7	Tanggulangin	19	-	2979.38
8	Jabon	15	-	8196.06
9	Krian	19	3	2589.45
10	Balongbendo	20	-	4434.30
11	Wonoayu	23	-	3029.30
12	Tarik	20	-	3973.50
13	Prambon	20	-	2989.52
14	Taman	16	8	3136.71
15	Waru	17	-	3059.64
16	Gedangan	15	-	2401.22
17	Sedati	16	-	7923.56
18	Sukodono	19	-	3286.20
Total		322	25	71850.09

Sumber: *Sidoarjo dalam angka 2015*



Gambar 2.1 Peta administrasi Kabupaten Sidoarjo

### **2.1.3. Peruntukan Lahan di Kabupaten Sidoarjo**

Penggunaan lahan di Kabupaten Sidoarjo dengan luas 71.850, 09 Ha, terdiri atas penggunaan lahan untuk kawasan lindung dan penggunaan lahan untuk kawasan budidaya. Penggunaan lahan untuk kawasan lindung meliputi penggunaan lahan untuk sempadan pantai, sempadan sungai, cagar alam, taman wisata alam, cagar budaya, dan kawasan hutan bakau. Sedangkan penggunaan lahan untuk budidaya meliputi permukiman, pertanian, pertambangan, industri, pariwisata dan konservasi bangunan sejarah.

Penggunaan lahan yang dominan di Kabupaten Sidoarjo merupakan kawasan budidaya, yaitu mencapai 67.384,55 Ha, atau sekitar 94,34% dari luas wilayah keseluruhan, dengan klasifikasi penggunaan lahan berupa permukiman, industri, pertambangan, pertanian, perikanan, tanah kosong, jalan dan sungai/saluran. Untuk mengetahui lebih jelas penggunaan lahan budidaya di Kabupaten Sidoarjo, dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 2.2 Penggunaan Lahan tiap kecamatan di Kabupaten Sidoarjo (Hektar)**

	BALONGBENDO	BUDURAN	CANDI	GEDANGAN	JABON	KREMBUNG	KRIAN	PORONG	PRAMBON	SEDATI	SIDOARJO	SUKODONO	TAMAN	TANGGULANGIN	TARIK	TULANGAN	WARU	WONOAYU	TOTAL
<b>Fasilitas olahraga</b>	1.30	17.74	-	2.43	-	1.07	3.75	2.37	4.46	-	13.06	2.33	7.36	-	2.67	2.09	5.19	-	<b>65.82</b>
<b>Industri sedang &amp; besar</b>	121.13	197.14	69.17	307.51	2.75	3.87	202.18	1.71	42.30	37.70	57.08	41.91	355.82	22.17	172.07	10.92	379.58	72.15	<b>2097.16</b>
<b>Industri kecil</b>	8.61	2.35	0.83	-	-	0.82	2.14	1.08	1.50	-	-	1.41	2.29	-	1.14	0.44	0.85	1.42	<b>24.89</b>
<b>Instalasi</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.94	7.18	0.24	0.59		0.00002	-	<b>10.94</b>
<b>Jalan aspal</b>	26.09	13.76	24.42	21.78	4.31	-	15.68	9.04	7.86	17.09	42.18	12.64	26.08	16.36	1.09	5.25	57.72	-	<b>301.36</b>
<b>Kesehatan</b>	0.49	0.36	-	-	-	-	4.01	0.09	-	2.10	11.38	0.10	0.74	-	0.39	0.08	7.74	-	<b>27.49</b>
<b>Pariwisata</b>	-	-	-	-	85.34	-	-	367.66	-	-	-	-	-	208.36	-	-	-	-	<b>661.36</b>
<b>Pemerintahan</b>	9.45	3.29	4.95	50.90	3.31	18.19	8.61	8.40	5.57	16.45	35.10	0.97	10.12	3.63	8.58	3.28	7.36	12.34	<b>210.48</b>
<b>Pendidikan</b>	18.24	8.09	14.59	8.94	5.97	-	12.51	11.26	8.42	9.19	15.24	9.14	20.22	8.66	21.40	6.75	12.54	11.36	<b>202.52</b>
<b>Perdagangan</b>	1.37	8.98	13.33	14.62	-	1.52	20.29	15.45	4.20	31.86	83.14	7.50	19.82	4.66	1.49	0.52	73.91	-	<b>302.67</b>
<b>Transportasi</b>	-	-	-	-	-	-	2.66			612.59	3.14	-	19.62	0.41	3.50	0.54	10.29	-	<b>652.75</b>
<b>Peribadatan</b>	3.91	3.16	5.55	4.16	2.50	2.96	3.63	2.97	2.79	5.43	6.39	5.86	7.96	3.63	4.64	3.59	9.40	3.07	<b>81.61</b>
<b>Pemukiman jarang</b>	24.85	3.21	-	7.06	30.85	-	19.21	-	0.88	48.39	11.69	4.58	27.23	-	68.04	-	4.66	3.57	<b>254.23</b>
<b>Pemukiman padat</b>	959.30	714.56	1111.99	826.08	415.08	603.89	652.35	554.82	743.29	727.64	1411.90	1064.99	1158.10	721.43	881.71	961.17	1299.35	692.42	<b>15500.07</b>
<b>Kebun</b>	174.57	88.63	188.90	62.38	526.72	186.14	95.77	158.46	116.95	45.62	173.84	206.08	71.69	152.26	175.52	123.82	18.00	143.17	<b>2708.52</b>
<b>Tempat pemakaman</b>	2.57	0.38	-	1.24	1.11	0.37	-	0.33	0.43	-	1.01	0.89	0.86	-	-	-		0.29	<b>9.47</b>
<b>Padang rumput</b>	0.15	1.91	1.81	26.55	0.01	-	0.16	1.98	-	0.38	8.82	7.08	0.78	0.04	-	-	1.74	-	<b>51.40</b>
<b>Penggarahan</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.04	5.50	-	-	-	-	-	-	-	<b>6.54</b>
<b>Perbengkelan</b>	0.00	-	-	-	-	-	6.24	-	-	-	-	-	12.16	-	-	-	-	-	<b>18.40</b>



	BALONGBENDO	BUDURAN	CANDI	GEDANGAN	JABON	KREMBUNG	KRIAN	PORONG	PRAMBON	SEDATI	SIDOARJO	SUKODONO	TAMAN	TANGGULANGIN	TARIK	TULANGAN	WARU	WONOAYU	TOTAL
Pergudangan	10.60	46.96	-	93.44	-	-	3.83	16.70	-	1.04	2.75	2.73	2.82	1.50	0.26	0.61	-	-	183.25
Sawah	2479.56	771.98	1336.10	898.21	1454.37	1743.12	1291.53	1250.72	1870.29	800.20	550.36	1871.41	1168.86	1273.53	2100.91	1832.35	143.83	2004.53	24841.86
Sungai	61.33	38.03	26.89	2.07	265.10	11.96	16.28	28.28	50.29	86.76	96.49	17.67	20.16	21.77	148.37	14.13	38.71	14.45	958.73
Taman umum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.75	-	-	-	-	-	-	-	3.75
Tambak	-	2325.28	1410.53	-	5318.33	1.23	-	564.96	-	5316.90	3418.85	-	-	526.94	-	-	826.39	-	19709.40
Tanah kosong	14.39	71.57	23.57	45.73	2.48	-	42.26	15.73	-	6.39	115.48	0.22	54.97	-	-	2.98	64.98	17.32	478.06
Tegalan/ladang	516.39	48.67	53.80	28.13	77.84	214.61	186.38	59.97	127.66	156.79	137.82	25.75	141.89	13.79	381.13	163.51	97.38	53.21	2484.73
Waduk	-	-	-	-	-	-	-	-	2.65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.65
<b>TOTAL</b>	<b>4434.30</b>	<b>4366.05</b>	<b>4286.44</b>	<b>2401.22</b>	<b>8196.06</b>	<b>2789.74</b>	<b>2589.45</b>	<b>3072.00</b>	<b>2989.52</b>	<b>7923.56</b>	<b>6204.98</b>	<b>3286.20</b>	<b>3136.71</b>	<b>2979.38</b>	<b>3973.50</b>	<b>3132.04</b>	<b>3059.64</b>	<b>3029.30</b>	<b>71850.09</b>

Sumber : RTRW Kabupaten Sidoarjo 2009-2029

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui bahwa penggunaan lahan terbesar Kabupaten Sidoarjo adalah pertanian/sawah yang luasnya mencapai **24,841.86** Ha. Tingginya penggunaan lahan pertanian tersebut disebabkan Kabupaten Sidoarjo merupakan daerah delta yang sangat subur. Aktivitas pertanian di Kabupaten Sidoarjo selain untuk tanaman padi juga untuk menanam tebu, sayuran/palawija, serta buah-buahan.

Penggunaan lahan lain yang cukup dominan adalah budidaya perikanan/ Tambak dengan luas **19,709.40** Ha. Kegiatan budidaya perikanan yang ada meliputi perikanan tambak, perikanan kolam, keramba dan mina padi, dengan hasil produksi unggulannya berupa bandeng dan udang. Wilayah tambak Sidoarjo membentang dari Kecamatan Waru sampai Kecamatan Jabon, di mana kecamatan- kecamatan tersebut berbatasan langsung dengan Selat Madura.

Penggunaan lahan terbesar kedua setelah tambak adalah permukiman dengan luas **15,500.07** Ha. Perkembangan permukiman di Kabupaten Sidoarjo terjadi tidak merata, beberapa kawasan tumbuh relatif cepat sedangkan kawasan lainnya relatif lambat. Pertumbuhan permukiman yang terjadi dengan cepat antara lain berada di Kecamatan Sidoarjo, Kecamatan Taman, Kecamatan Waru dan Kecamatan Sedati, sebagai akibat dari adanya kegiatan industri dan Bandara Juanda.

Aktivitas ekonomi sektor industri juga memanfaatkan lahan yang cukup besar di Kabupaten Sidoarjo, yaitu seluas **2,097.16** Ha, dimana lokasinya tersebar di seluruh Kecamatan. Lokasi industri yang berupa kawasan/mengelompok terdapat pada Kawasan industri Berbek dan kawasan industri Tambak Sawah di Kecamatan Waru, kawasan industri di Kecamatan Gedangan, dan Kecamatan Jabon. Sedangkan aktivitas industri non kawasan lokasinya tersebar di setiap Kecamatan. Untuk Industri kecil nonformal/ kerajinan rakyat, lokasinya paling banyak terdapat di Kecamatan Waru, Kecamatan Taman, dan Kecamatan Sidoarjo. Peta peruntukan lahan di wilayah KABUPATEN Sidoarjo dapat dilihat pada **lampiran K**.

Peruntukan lahan terbesar di Kabupaten Sidoarjo yang terdiri dari sawah dan tambak merupakan bagian penting dalam pertumbuhan ekonomi masyarakat Kabupaten Sidoarjo. Prosentase rencana penggunaan lahan sawah dan tambak di kabupaten Sidoarjo dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 2.3** Produksi Rata-rata Padi, Jagung, Kedelai dan kacang hijau

No	Kecamatan	Padi (kw)	Jagung (kw)	Kedelai (kw)	kacang hijau (kw)
1	Sidoarjo	45805	-	-	560
2	Buduran	67620	-	-	47
3	Candi	104555	-	-	2425
4	Porong	79764	-	-	4550
5	Krembung	126370	-	-	329
6	Tulangan	112553	-	-	6320
7	Tanggulangin	111478	-	-	3490
8	Jabon	159552	-	-	-
9	Krian	113827	-	1080	-
10	Balongbendo	140585	939	2070	-
11	Wonoayu	177554	-	1160	2800
12	Tarik	205508	619	3060	1220
13	Prambon	154048	612	12780	600
14	Taman	90081	-	-	-
15	Waru	7636	-	-	-
16	Gedangan	91355	-	-	-
17	Sedati	70503	-	-	-
18	Sukodono	182586	-	-	233
Jumlah / total 2014		2041380	2170	20150	22574
Jumlah / total 2013		1979690	11766	15475	23030
Jumlah / total 2012		2112338	14444	13151.5	22317
Jumlah / total 2011		1972500	15712	12294.8	22789.7
Jumlah / total 2010		2061515	7156	13072.5	13186

Sumber: *Sidoarjo dalam angka 2015*

**Tabel 2.4** Luas Tambak (Ha) dan Produksi Ikan Menurut Jenis per Kecamatan

No	Kecamatan	Luas Area (Ha)	Bandeng (Kg)	Udang windu (Kg)	Udang Vanamei (Kg)
1	Sidoarjo	3271.96	6515600	827000	571600
2	Buduran	1511.02	3009600	382000	264100
3	Candi	1031.65	2047800	259900	179700
4	Porong	492.74	992800	126000	87100
5	Krembung	-	-	-	-
6	Tulangan	-	-	-	-
7	Tanggulangin	496.64	1116900	141700	97900
8	Jabon	4144.07	6515600	827000	571500
9	Krian	-	-	-	-
10	Balongbendo	-	-	-	-
11	Wonoayu	-	-	-	-
12	Tarik	-	-	-	-
13	Prambon	-	-	-	-
14	Taman	-	-	-	-
15	Waru	488.34	961800	122000	84300
16	Gedangan	-	-	-	-
17	Sedati	4076.99	9866300	1252100	865500
18	Sukodono	-	-	-	-
Jumlah / total 2013		15513.41	31026400	3937700	2721700
Jumlah / total 2012		15530.41	27177500	3913100	2445400
Jumlah / total 2011		15530.41	23295000	3782500	1676600
Jumlah / total 2010		15530.41	19839600	3725400	1405600
Jumlah / total 2009		15530.41	16026800	3465500	187900

Sumber: *Sidoarjo dalam angka 2015*

#### 2.1.4. Kependudukan

Dari hasil sensus penduduk tahun 2010, jumlah penduduk Kabupaten Sidoarjo pada akhir tahun 2010 sebesar 1.945.252 jiwa. Jumlah penduduk terbanyak terdapat di Kecamatan Waru dengan jumlah penduduk sebesar 231.298 jiwa,

sedangkan kecamatan dengan jumlah penduduk paling sedikit adalah Kecamatan Jabon dengan jumlah penduduk sebesar 49.989 jiwa.

**Tabel 2.5** Jumlah penduduk Kabupaten Sidoarjo tahun 2010

No	Kecamatan	Luas Wilayah (km <sup>2</sup> )	Jumlah Penduduk tahun 2010
1	Sidoarjo	62.05	194051
2	Buduran	43.66	92334
3	Candi	42.86	145146
4	Porong	30.72	65909
5	Krembung	27.89	58358
6	Tulangan	31.32	87422
7	Tanggulangin	29.79	84580
8	Jabon	81.96	49989
9	Krian	25.89	118685
10	Balongbendo	44.34	66865
11	Wonoayu	30.29	72009
12	Tarik	39.73	60977
13	Prambon	29.89	68336
14	Taman	31.36	212857
15	Waru	30.59	231298
16	Gedangan	24.01	132847
17	Sedati	79.23	92468
18	Sukodono	32.86	111121
Jumlah/Total		718.50	71850.09

Sumber: Kabupaten Sidoarjo Dalam Angka 2015

#### **2.1.5. Mata Pencaharian Penduduk**

Berdasarkan data yang diperoleh dari Dinas Tenaga Kerja dapat diketahui bahwa jumlah pencari kerja di Kabupaten Sidoarjo tahun 2006 adalah sebanyak 8.812 orang. Terjadi penurunan jika dibandingkan tahun 2005 sebesar 25.556 orang atau turun 65.52 persen. Penduduk menurut mata pencaharian di Kabupaten Sidoarjo dapat di lihat pada tabel berikut.

**Tabel 2.6** penduduk menurut mata pencaharian di Kabupaten Sidoarjo tahun 2013

Kecamatan	Penduduk Menurut Mata Pencaharian												
	PNS	TNI	POLRI	Swasta	Wiraswasta	Petani	Pertukangan	Buruh Tani	Pensiunan	Nelayan	Pemulung	Jasa	Jumlah
Sidoarjo	16841	18314	17472	21051	2526	4842	5684	5894	31576	1284	421	4000	129905
Buduran	7694	8368	7983	9618	1154	2212	2597	2693	14427	587	192	1827	59352
Candi	11840	12876	12284	14800	1776	3404	3996	4144	22199	903	296	2812	91330
Porong	7152	7777	7420	8940	1073	2056	2414	2503	13409	545	179	1699	55167
Krembung	5641	6134	5852	7051	846	1622	1904	1974	10576	430	141	1340	43511
Tulangan	7537	8197	7820	9422	1131	2167	2544	2638	14132	575	188	1790	58141
Tanggulangin	8534	9281	8855	10668	1280	2454	2880	2987	16002	651	213	2027	65832
Jabon	4705	5117	4882	5882	706	1353	1588	1647	8823	359	118	1118	36298
Krian	10018	10895	10394	12523	1503	2880	3381	3506	18785	764	250	2379	77278
Balongbendo	5967	6489	6191	7459	895	1715	2014	2088	11188	455	149	1417	46027
Wonoayu	6563	7137	6809	8204	984	1887	2215	2297	12306	500	164	1559	50625
Tarik	5418	5892	5621	6773	813	1558	1829	1896	10159	413	135	1287	41794
Prambon	6350	6906	6588	7937	952	1826	2143	2222	11906	484	159	1508	48981
Taman	17470	18998	18125	21837	2620	5022	5896	6114	32755	1332	437	4149	134755
Waru	18174	19764	18856	22718	2726	5225	6134	6361	34077	1386	454	4316	140191
Gedangan	10043	10922	10420	12554	1506	2887	3390	3515	18831	766	251	2385	77470
Sedati	7904	8596	8201	9880	1186	2272	2668	2767	14821	603	198	1877	60973
Sukodono	9398	10220	9750	11747	1410	2702	3172	3289	17621	717	235	2232	72493
Total	167249	181883	173523	209064	25087	48084	56449	58535	313593	12754	4180	39722	1290123

Sumber: BPS Kab Sidoarjo tahun 2013

Dari tabel di atas, dapat diketahui bahwa mata pencaharian terbesar penduduk Kabupaten Sidoarjo adalah sebagai pensiunan yaitu 313.593 jiwa atau sekitar 24,31% dari seluruh mata pencaharian yang terserap dalam kegiatan ekonomi. Selanjutnya, mata pencaharian sebagai karyawan swasta dan TNI menempati urutan kedua dan ketiga, masing-masing sebesar 209.064 dan 181.883 jiwa. Kecamatan dengan jumlah penduduk bekerja lebih dari 100 ribu jiwa adalah Kecamatan Waru, Taman dan Sidoarjo yaitu masing-masing sebesar 1140.191, 134.755, dan 129.905 jiwa. Sedangkan Kecamatan dengan jumlah penduduk bekerja kurang dari 40 ribu jiwa adalah Kecamatan Jabon dengan jumlah penduduk bekerja sebanyak 36.298 jiwa.

#### **2.1.6. Wilayah Pesisir Kabupaten Sidoarjo**

Terkait dengan isu permasalahan lokal yakni terdapat beberapa permasalahan yang sekiranya cukup rawan dan dapat mengancam kerusakan fisik wilayah pesisir. Kondisi fisik alam kota pesisir yang merupakan peralihan kondisi daratan dan lautan menyebabkan resiko kerusakan wilayah dan kota pesisir cukup besar. Pada hal ini berbagai permasalahan yang dihadapi terkait dengan kerusakan lingkungan pesisir yakni (Dahuri, 2002):

- Abrasi pantai yang disebabkan oleh kondisi alam maupun aktivitas manusia.
- Bencana alam seperti banjir, tsunami, rob dan penurunan muka tanah (*land subsidence*)
- Kerusakan fisik habitat seperti hutan mangrove, muara/estuarium, padang lamun dan keseluruhan jejaringan ekosistem yang ada.
- Pemanfaatan ruang pesisir yang berlebihan seperti konservasi kawasan lindung menjadi peruntukan kawasan pembangunan lainnya.

Dari 18 kecamatan yang berada di Dalam wilayah Kabupaten Sidoarjo, terdapat 7 kecamatan yang berada di pesisir Kabupaten Sidoarjo yaitu Kecamatan Waru, Sedati, Buduran, Sidoarjo, Tanggulangin, Candi dan Jabon. Sebagian besar peruntukan lahan di daerah pesisir Kabupaten Sidoarjo adalah sebagai tambak, selain itu juga terdapat peruntukan lain seperti pemukiman, sawah, dan Fasilitas umum.



**Tabel 2.7** Peruntukan lahan di daerah pesisir Kabupaten Sidoarjo

<b>Kecamatan</b>	<b>Penggunaan Lahan Utama</b>
Waru	Pemukiman, Tambak, Industri Tambak, Pemukiman, Fasilitas Umum
Sedati	(bandara)
Buduran	Tambak, Pemukiman, Sawah
Sidoarjo	Tambak, Pemukiman, Mangrove
Tanggulangin	Sawah, Pemukiman, Tambak
Candi	Tambak, Sawah, Pemukiman
Jabon	Tambak, Sawah, Pemukiman

Sumber: RTRW Kab Sidoarjo 2009-2029

a. Kecamatan Sedati

Letak geografis Kecamatan Sedati Berbatasan dengan 4 kecamatan yaitu, sebelah Utara Kecamatan Waru, sebelah Timur Selat Madura, sebelah Selatan Kecamatan Buduran, sebelah Barat dengan Kecamatan Sedati. Kecamatan Sedati merupakan salah satu kecamatan yang terletak  $\pm 3$  meter dari permukaan laut dan antara  $112,76^{\circ}$  -  $112,80^{\circ}$  lintang selatan, dengan jarak  $\pm 15$  km dari Ibukota Kabupaten Sidoarjo. Kecamatan Sedati mempunyai luas wilayah sebesar 79.23 km<sup>2</sup>. Yang terbagi dalam luas lahan sawah sebesar 4.58 km<sup>2</sup> dan luas lahan bukan sawah 74.65 km<sup>2</sup> yang sebagian besar merupakan wilayah tambak.

Secara administratif Kecamatan Sedati terdiri dari 16 desa dengan 35 pedukuhan. Kecamatan Sedati terdiri dari 143 Rukun Warga (RW), 409 Rukun Tetangga (RT) dan 98.847 Penduduk.

b. Kecamatan Waru

Kecamatan Waru mempunyai luas wilayah sebesar 30.59 km<sup>2</sup>. Penggunaan lahan sebagian besar digunakan untuk lahan pemukiman dan industri (tanah kering) seluas 2,460.91 hektar atau 81.16%. Sedang sisanya merupakan areal sawah/tambak seluas 571.09 hektar atau 18.84 %

Letak geografis Kecamatan Waru berbatasan langsung dengan 3 kecamatan yaitu Kotamadya Surabaya di sebelah utara, Laut Jawa di sebelah timur, Kecamatan

Gedangan dan Sedati di sebelah selatan dan Kecamatan Taman di sebelah barat. Kecamatan Waru merupakan salah satu kecamatan yang terletak  $\pm 7$  meter dari permukaan laut dan antara  $112,5^{\circ}$  -  $112,9^{\circ}$  lintang selatan, dengan jarak  $\pm 12,5$  km dari Ibukota Kabupaten Sidoarjo. Secara administratif kecamatan Waru merupakan salah satu kecamatan dengan jumlah desa paling sedikit, yaitu terdiri dari 17 desa dengan 48 Dusun.

Di wilayah kecamatan Waru kontribusi tanaman pangan baik padi maupun palawija sangat tidak signifikan terhadap produktivitas pangan di Kabupaten Sidoarjo. Hal ini disebabkan areal pertanian tanaman pangan hanya seluas 98 Ha. Tetapi di sektor perikanan, potensi produksi perikanan sangat dominan, hal ini disebabkan areal budidaya tambak/ darat di wilayah kecamatan Waru mencapai luas 407.18 hektar. Produksi perikanan budi daya tambak pada tahun 2014 mencapai 766.335 kwt.

#### c. Kecamatan Buduran

Kecamatan Buduran merupakan salah satu kecamatan yang bersebelahan dengan Kecamatan Sidoarjo, yang merupakan Ibu Kota Kabupaten Sidoarjo. Kecamatan Buduran berbatasan langsung dengan Kecamatan Sidoarjo di sebelah selatan, Kecamatan Gedangan di sebelah utara, Kecamatan Sedati di sebelah timur, dan Kecamatan Sukodono di sebelah barat. Kecamatan Buduran di lewati jalur yang menghubungkan antara dua Kota besar di Jawa Timur yaitu Surabaya dan Sidoarjo. Kecamatan Buduran merupakan salah satu kecamatan yang terletak  $\pm 4$  meter dari permukaan laut, dengan jarak  $\pm 5$  km dari Ibu Kota. Kabupaten Sidoarjo.

Luas wilayah Kecamatan Buduran sebesar 4366.05 Hektar. Sebagian besar wilayah Buduran merupakan lahan kering yaitu sebesar 1795.85 hektar atau 43.77% dari luas wilayah Kecamatan Buduran.

Meskipun Kecamatan Buduran merupakan kecamatan yang terletak di dekat Kecamatan Kota, tetapi masih banyak terdapat lahan pertanian, terutama sawah dan tambak. Produksi padi di Kecamatan Buduran pada tahun 2014 sebesar 7462 ton, dengan luas tanam maupun luas panen seluas 1351 hektar. Selain Padi, Kecamatan

Buduran juga menghasilkan tanaman pertanian lain, seperti palawija, hortikultura, empon-empon dan buah-buahan. Palawija dan hortikultura kebanyakan ditanam di lahan sawah pada musim kemarau.

d. Kecamatan Sidoarjo

Letak geografis Kecamatan Sidoarjo merupakan kecamatan yang terletak ibu kota pemerintahan Kabupaten Sidoarjo berbatasan langsung dengan 3 kecamatan yaitu Kecamatan Buduran di sebelah utara, Laut Jawa di sebelah timur, Kecamatan Candi di sebelah selatan dan Kecamatan Wonoayu dan Kecamatan Sukodono di sebelah barat.

Kecamatan Sidoarjo merupakan salah satu kecamatan yang terletak  $\pm 4$  meter dari permukaan laut dan antara  $112.5^{\circ}$  -  $112.9^{\circ}$  lintang selatan. Kecamatan Sidoarjo mempunyai luas wilayah sebesar 6204.98 Hektar. Penggunaan lahan sebagian besar digunakan untuk lahan pemukiman dan industri (tanah kering) seluas 4664.75 hektar atau 75.46%. Sedang sisanya merupakan areal sawah/tambak seluas 1591.26 hektar atau 25.54%.

Kecamatan Sidoarjo merupakan salah satu daerah yang masih mempunyai areal pertanian, baik pertanian tanaman pangan maupun perikanan. Pada tahun 2014 luas lahan pertanian 437.30 hektar dan perikanan budidaya tambak seluas 1407.18 hektar.

e. Kecamatan Jabon

Letak geografis Kecamatan Jabon berbatasan dengan 4 kecamatan yaitu,sebelah utara Kecamatan Tanggulangin,sebelah timur Kecamatan Bangil,sebelah selatan Kecamatan Gempol,sebelah barat dengan Kecamatan Porong. Kecamatan Jabon merupakan salah satu kecamatan yang terletak  $\pm 3$  meter dari permukaan laut dan antara  $112,72^{\circ}$  -  $112,76^{\circ}$  lintang selatan, dengan jarak  $\pm 20$  km dari Ibukota Kabupaten Sidoarjo.

Kecamatan Jabon mempunyai luas wilayah sebesar 81.96 km<sup>2</sup>.Yang terbagi dalam luas lahan sawah sebesar 14.54 km<sup>2</sup> dan luas lahan bukan sawah 67.15 km<sup>2</sup>. Kecamatan Jabon merupakan salah satu daerah sentra pertanian di Kabupaten Sidoarjo. Pada tahun 2014 dari luas lahan sawah 1454 Ha, tanaman padi telah

menghasilkan area panen seluas 181.3%. Sedangkan tanaman palawija tahun ini tidak ada yang melakukan penanaman dikarenakan petani beralih ke tanaman hortikultura. Tidak semua desa bisa melakukan panen padi sebanyak 2 kali dalam setahun akibat faktor alam, desa yang tidak dapat panen 2 kali dalam satu tahun adalah desa Kupang dan Desa Semambung, meskipun demikian hasil padi di kedua Desa tersebut sangat menjajikan.

## **2.2. Pesisir**

Wilayah pesisir merupakan suatu ekosistem khas yang kaya akan sumberdaya alam baik yang berada pada mintakat di daratan maupun pada mintakat perairannya. Potensi yang sangat besar dimiliki kawasan pesisir sehingga fungsi ekonomis yang terkandung di dalamnya diikuti oleh efek pengganda (*multiplier effect*), yaitu berkembangnya kegiatan yang berkaitan langsung ataupun tidak langsung dengan kegiatan ekonomi utama. Aktivitas ekonomi dan tekanan penduduk yang berasosiasi dengan keinginan masyarakat dalam rangka peningkatan kesejahteraan pada akhirnya akan memanfaatkan ruang spasial yang tersedia. Pesisir sebagai wilayah yang relatif mudah dijangkau akan menjadi sasaran untuk pengembangan aktivitas manusia (Ward et al, 2011).

Kawasan pesisir menghadapi berbagai tekanan dan perkembangan serta perubahan. Kerangka tersebut mendorong semua pihak untuk melaksanakan perencanaan dan pengelolaan pesisir sesuai kondisi alamiahnya, dan harus berorientasi pada penyelamatan lingkungan ekosistemnya.

Wilayah pesisir semakin menghadapi tekanan tinggi dari aktivitas alami dinamika pesisir termasuk angin dan gelombang yang berdampak pada dinamika bentang lahan. Selain itu, wilayah pesisir juga menerima berbagai dampak yang disebabkan oleh aktivitas manusia (Fletcher dan Smith, 2007), sebagai contohnya beban bangunan serta ekstraksi air tanah besar-besaran yang menyebabkan penurunan permukaan tanah/*land subsidence* (Abidin, dkk, 2010).

Banjir pasang telah menjadi ancaman serius bagi kota-kota pesisir di seluruh dunia (Nicholls dan Mimura, 1998; Marfaei dan King, 2008b; Aerts, dkk., 2009), Terutama bagi Negara berkembang yang belum memiliki kemampuan untuk

mengatasi hal itu, misalnya kurangnya kontrol dan dukungan pemerintah, tingginya jumlah orang yang berpendidikan rendah, kurangnya kesadaran akan bahaya dan mitigasi, dan sebagainya. Di negara berkembang, banyak wilayah pesisir menunjukkan kerentanan yang tinggi, sebagai dampak pertumbuhan populasi yang sangat cepat apabila dibandingkan kondisi pesisir di Negara-negara maju.

### **2.3. Kenaikan muka air laut**

Fenomena pasang surut diartikan sebagai naik turunnya muka air laut secara berkala akibat adanya gaya tarik benda-benda angkasa terutama matahari dan bulan terhadap massa air di bumi. Pasang surut laut merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi dan bulan. Pengaruh benda angkasa lainnya dapat diabaikan karena jaraknya lebih jauh atau ukurannya lebih kecil. Pasang surut yang terjadi di bumi ada tiga jenis yaitu: pasang surut atmosfer (atmospheric tide), pasang surut laut (oceanic tide) dan pasang surut bumi padat (tide of the solid earth).

Pasang surut laut merupakan hasil dari gaya tarik gravitasi dan efek sentrifugal. Efek sentrifugal adalah dorongan kearah luar pusat rotasi. Gravitasi bervariasi secara langsung dengan massa tetapi berbanding terbalik terhadap jarak. Meskipun ukuran bulan lebih kecil dari matahari, gaya tarik gravitasi bulan dua kali lebih besar daripada gaya Tarik matahari dalam membangkitkan pasang surut laut karena jarak bulan lebih dekat daripada jarak matahari ke bumi

Tinggi muka air laut rata-rata (*mean sea level*) adalah tinggi permukaan air laut rata-rata dari semua gelombang dalam jangka waktu yang lama. Tinggi permukaan air laut bervariasi akibat dari sirkulasi pada rentang waktu yang lama dari detik hingga jutaan tahun, namun saat ini tinggi permukaan air laut terus meningkat. Lembaga IPCC mencatat, kenaikan muka air laut dunia meningkat selama abad 20 dengan rata-rata peningkatan  $1.7 \pm 0.5$  mm per tahun (Bindoff *et al.*, 2007). Model iklim dunia memperkirakan kenaikan muka air meningkat 0,18m dan 0,5m dari tahun 1980-1999 hingga 2090-2099 (Chust, 2009).

Kenaikan permukaan laut sebagai akibat dari proses pemanasan global menjadi isu penting di daerah pesisir (Marfaei dan King, 2008). *Intergovernmental Panel on*

*Climate Change* (IPCC), menyatakan bahwa kenaikan permukaan laut yang disebabkan oleh perubahan iklim akan memberikan dampak yang tinggi terhadap lingkungan dan kehidupan sosial masyarakat di daerah pesisir (IPCC 2001, 2007). Berdasarkan laporan IPCC (2007), permukaan laut dunia telah diproyeksikan dengan baik melalui berbagai pendekatan dan metode, seperti *tide gauges*, dan satelit altimetry ataupun kombinasi antara *tide gauges* dan satelit altimetri. Prediksi kenaikan pasang surut yang diproyeksikan dengan mengamati *tide gauges* adalah sebesar 1,8 mm/thn selama 70 tahun terakhir (Douglas, 2001; Peltier 2001 dalam IPCC 2007), sementara yang menggunakan satelit altimetri menunjukkan telah terjadi kenaikan permukaan laut sebesar  $3.1 \pm 0.7$  mm/thn selama periode 1993-2003 (Cazenave dan Nerem, 2004 dalam IPCC, 2007). Informasi tersebut dapat dijadikan acuan sebagai kenaikan permukaan laut rata-rata di tingkat global.

Peningkatan aktivitas manusia mengakibatkan terjadinya kenaikan kualitas dan kuantitas gas rumah kaca di atmosfer. Peningkatan ini memicu terjadinya peningkatan suhu global. Rata-rata suhu permukaan global telah meningkat sebesar  $0.6 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$  sejak akhir abad ke-19. Akibat terjadinya pemanasan global yang disebabkan oleh manusia, muka air laut mengalami peningkatan secara perlahan. Peningkatan muka air laut global akan mencapai ketinggian 9-88 cm pada tahun 2100 dibandingkan tahun 1990 (Church *et al.* 2001).

Kenaikan muka air laut memberikan dampak erosi terhadap pantai dan tergenangnya dataran rendah wilayah pesisir, terutama saat terjadi kenaikan muka air laut yang ekstrim. Hal ini juga menyebabkan intrusi air asin ke dalam akuifer, delta dan muara. Perubahan ini berdampak pada ekosistem pesisir, sumber daya air, dan pemukiman manusia. Wilayah yang paling berisiko terkena dampak kenaikan muka air laut adalah wilayah delta padat penduduk, pulau-pulau kecil, dan pantai berpasir dengan pembangunan yang berkembang pesat.

Fenomena kenaikan muka air laut telah terjadi sejak lama. Iklim bumi saat ini sedang mengalami perubahan dalam jangka yang panjang yang berujung pada kenaikan muka air laut. Sejak pertengahan abad 19 bumi kita semakin panas dibanding sebelumnya. Temperatur atmosfer terus naik hingga beberapa derajat celsius diakhir abad 19, yang berimplikasi pada naiknya intensitas dan frekuensi

bencana alam salah satunya adalah naiknya muka air laut. Berdasarkan hasil laporan IPCC (2007) bahwa kenaikan muka air laut diperkirakan mencapai 100 centimeter dalam waktu 100 tahun.

Lembaga IPCC melalui SRES merumuskan satu set skenario emisi di atmosfer yang secara tidak langsung akan menyebabkan terjadinya kenaikan muka air laut. Skenario ini mencakup berbagai faktor yang akan mempengaruhi kondisi penyerap dan penyebab emisi GRK dimasa depan, yaitu dari faktor demografi, perkembangan ekonomi, teknologi, pemakaian sumber energi dan perubahan lahan. Skenario tersebut terbagi menjadi enam, yaitu A1T, A1B, A1F1, A2, B1, dan B2. Dibandingkan dengan skenario yang lain, skenario B2 lebih sesuai digunakan untuk memprediksikan kenaikan permukaan air laut di wilayah Indonesia. Skenario B2 menekankan pada solusi lokal untuk permasalahan ekonomi, sosial, dan pembangunan berkelanjutan. Selain itu, skenario B2 juga berorientasi pada perlindungan lingkungan dan kesejahteraan sosial pada skala lokal dan regional (IPCC, 2001). Skenario kenaikan muka air laut dapat dilihat pada Tabel 2.8.

**Tabel 2.8.** Skenario Kenaikan Muka Air Laut

Case	Temperature Change (°C at 2090-2099 relative to 1980-1999) <sup>a</sup>		Sea Level Rise (m at 2090-2099 relative to 1980-1999)
	Best estimate	Likely range	Model-based range excluding future rapid dynamical changes in ice flow
Constant Year 2000 concentrations <sup>b</sup>	0.6	0.3 – 0.9	NA
B1 scenario	1.8	1.1 – 2.9	0.18 – 0.38
A1T scenario	2.4	1.4 – 3.8	0.20 – 0.45
B2 scenario	2.4	1.4 – 3.8	0.20 – 0.43
A1B scenario	2.8	1.7 – 4.4	0.21 – 0.48
A2 scenario	3.4	2.0 – 5.4	0.23 – 0.51
A1F1 scenario	4.0	2.4 – 6.4	0.26 – 0.59

*Sumber:* IPCC, 2007

Untuk analisa kenaikan muka air laut dapat menggunakan analisa perubahan muka air rerata (*mean sea level*) pasang surut yang terjadi tiap tahunnya. Untuk menghitung nilai muka air rerata dapat digunakan persamaan:

$$MSL = \frac{(HWL-LWL)}{2} \quad (1)$$

Dengan:

MSL = muka air rerata

HWL = muka air tertinggi selama satu siklus pasang surut

LWL = muka air terendah selama satu siklus pasang surut (Andrianto, 2012)

Selain menggunakan cara di atas dapat juga menggunakan metode *Admiralti* dan *Least Square*. Apabila sudah diketahui nilai MSL tiap periode pasang surut atau tiap bulan maka akan dilakukan pendekatan untuk menentukan kenaikan muka air laut. Metode pendekatan yang dipakai adalah metode *least square* yang merupakan salah satu metode pendekatan yang dapat digunakan untuk mendapatkan suatu persamaan dari titik-titik data dalam suatu pemodelan dan juga dapat digunakan untuk memvalidasi dari suatu pemodelan.

Dalam penelitian ini menggunakan suatu model regresi linier sederhana yaitu:

$$Y = a X + b \quad (2)$$

Dimana:

Y = nilai MSL

a,b = nilai parameter dari persamaan linier

X = bulan ke- atau tahun ke-

#### **2.4. Dampak Kenaikan muka air laut**

Perubahan iklim merupakan perubahan unsur-unsur iklim (suhu, tekanan, kelembaban, hujan, angin, dan sebagainya) secara global terhadap normalnya. Pada perubahan iklim ini terkait dengan pemanasan global yakni indikasi naiknya suhu muka bumi secara global (meluas dalam radius ribuan kilometer) terhadap normal/rata-rata catatan pada kurun waktu standard (ukuran Badan Meteorologi Dunia/WMO: minimal 30 tahun). Perubahan iklim ini merupakan suatu proses alam yang disebabkan oleh berbagai faktor dan juga menyebabkan berbagai kondisi yang merugikan kehidupan manusia. Beberapa penyebab utama terjadi perubahan iklim ini yakni pemanasan global. Fenomena alam ini tidak terlepas dari aktivitas masyarakat dunia. Pada kondisi ini terjadinya pemanasan global yang merupakan faktor utama terjadinya perubahan iklim disebabkan oleh beberapa hal berikut ini:



- a. Populasi penduduk dunia yang meningkat. Peningkatan ini berdampak pada meningkatkannya aktivitas penduduk di atas permukaan bumi yang menimbulkan berbagai kegiatan yang memacu pemanasan global.
- b. Eksploitasi lingkungan meningkat dengan marak dan meluasnya perubahan tata guna lahan yang berakibat pada mengecilnya luasan hutan di dunia. Berkurangnya luasan hutan tersebut menyebabkan berkurangnya paru-paru dunia yang dapat menyerap gas-gas yang berbahaya bagi lingkungan.
- c. Kemajuan industri menimbulkan kenaikan jumlah sampah dan limbah ke darat, laut dan udara yang berlanjut dengan kerusakan gas ozon di kutub atau lubang ozon di kutub dan konsentrasi gas buang yang menjadi selimut gas atau gas rumah kaca.

Berdasarkan pada permasalahan tersebut, juga menimbulkan beberapa dampak yang cukup berarti dalam kondisi dunia. Akibat dari pemanasan global dan perubahan iklim tersebut yakni mencairnya es di kutub utara dan selatan, naiknya permukaan air laut, banjir, meningkatnya intensitas badai tropis, meningkatnya suhu udara, kekeringan, gelombang panas, kebakaran hutan, dan timbulnya penyakit baru (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2007).

Perubahan iklim memberikan dampak kepada ekosistem pesisir khususnya yang terkait dengan kenaikan paras muka air laut, perubahan suhu permukaan laut, perubahan kadar keasaman air laut, dan meningkatnya frekuensi dan intensitas kejadian ekstrim berupa badai tropis dan gelombang tinggi serta dampak susulannya berupa penggenangan kawasan budidaya, kehilangan aset ekonomi dan infrastuktur, meningkatnya erosi dan rusaknya situs budaya di wilayah pesisir serta keanekaragaman hayati komoditas ekspor strategis (Harmoni, 2005). Kondisi ini tentu saja memperburuk kondisi sosial ekonomi masyarakat yang mendiami wilayah tersebut. Berbagai permasalahan yang timbul tersebut tentunya menimbulkan berbagai kerentanan bagi kehidupan manusia. Pada hal ini salah satu dampak yang cukup rawan terhadap keberlanjutan suatu kota-kota pesisir akibat adanya perubahan iklim tersebut yakni adanya kenaikan air laut yang dapat merendam beberapa bagian wilayah Kota pesisir tersebut. Kerentanan pada fenomena bencana tersebut yakni dapat memunculkan berbagai dampak bencana

lanjutan seperti halnya permasalahan banjir, rob, abrasi maupun penurunan muka tanah akibat infiltrasi air laut.

Menurut Rositasari (2011) Ketinggian genangan akan menambah kecepatan dan energi pada air, kondisi inilah yang akan menambah luas lahan tererosi di sepanjang pesisir. Erosi yang terjadi akan memicu perubahan garis pantai ke arah darat dan intrusi akan menjadi ancaman berikutnya, mengingat penggunaan air tanah akan terus meningkat bersama dengan makin meningkatnya jumlah populasi dan aktivitas ekonomi.

## **2.5. Digital Elevation Model**

DEM adalah data digital yang menggambarkan geometri dari bentuk permukaan bumi atau bagiannya yang terdiri dari himpunan titik-titik koordinat hasil sampling dari permukaan dengan algoritma yang mendefinisikan permukaan tersebut menggunakan himpunan koordinat. DEM merupakan suatu sistem, model, metode, dan alat dalam mengumpulkan, processing, dan penyajian informasi medan. Susunan nilai-nilai digital yang mewakili distribusi spasial dari karakteristik medan, distribusi spasial diwakili oleh nilai-nilai pada sistem koordinat horizontal X Y dan karakteristik medan diwakili oleh ketinggian medan dalam sistem koordinat Z.

DEM khususnya digunakan untuk menggambarkan relief medan. Gambaran model relief rupabumi tiga dimensi (3-Dimensi) yang menyerupai keadaan sebenarnya di dunia nyata (*real world*) divisualisasikan dengan bantuan teknologi komputer grafis dan teknologi *virtual reality*.

### ***SRTM***

SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) merupakan citra yang saat ini banyak digunakan untuk melihat secara cepat bentuk permukaan. SRTM adalah data elevasi resolusi tinggi merepresentasikan topografi bumi dengan cakupan global (80% luasan dunia). Data SRTM adalah data elevasi muka bumi yang dihasilkan dari satelit yang diluncurkan NASA (National Aeronautics and Space Administration). Data ini dapat digunakan untuk melengkapi informasi ketinggian dari produk peta 2D, seperti kontur, profil. Ketelitian bisa mencapai 15 m dan berguna untuk pemetaan skala menengah sampai dengan skala tinggi.

RTM memiliki struktur data yang sama seperti format Grid lainnya, yaitu terdiri dari sel-sel yang setiap sel memiliki wakil nilai ketinggian. Nilai ketinggian pada SRTM adalah nilai ketinggian dari datum WGS1984, bukan dari permukaan laut, tapi karena datum WGS1984 hampir berimpit dengan permukaan laut maka untuk skala tinjau dapat diabaikan perbedaan di antara keduanya.

## **2.6. Sistem Informasi Geografi**

Sistem Informasi Geografi adalah suatu sistem yang diaplikasikan untuk memperoleh, menyimpan, menganalisa dan mengelola data yang terkait dengan atribut, yang mana secara spasial mengacu keadaan bumi. Pengembangan Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat menunjang kegiatan pembangunan dan perencanaan wilayah dan kota. Sistem Informasi Geografis (SIG) menyediakan platform yang tepat dalam perolehan data dan manajemen informasi dalam mitigasi bencana. Citra satelit dan elevasi digital digunakan sebagai layer dalam SIG mitigasi dan dikombinasikan dengan geodata dan data tematik yang berbeda (Taymaz dan Willige, 2006).

Salah satu kegunaan dari SIG dalam perencanaan wilayah dan kota yakni digunakan sebagai alat analisis dalam menentukan daerah resiko bencana. Dalam hal ini SIG akan membantu dalam proses analisis yang dilakukan hingga mengarahkan pada suatu arahan perencanaan berdasarkan analisis spasial yang dilakukan. SIG dapat digunakan untuk berbagai macam bencana dalam fase pencegahannya (Erlingsson, 2005). Berdasarkan kondisi tersebut tentunya SIG berfungsi sebagai alat dalam menganalisis resiko bencana baik berupa kerentanan dan kerawanan bencana dalam upaya mitigasi.

Basis data SIG digunakan untuk menyampaikan informasi paling tidak tentang lokasi bencana, tipe bencana, waktu kejadian, analisis hubungan antar keruangan dan temporal dari kejadian bencana. Dalam hal ini terkait dengan bencana perubahan iklim menyebabkan adanya kerawanan tenggelamnya beberapa wilayah pesisir, SIG juga dapat untuk menemukan dan menganalisis resiko bencana tersebut. Dalam hal ini konsepsi dasar dari SIG sekiranya dapat diaplikasikan pula pada kasus tersebut.

Berdasarkan ESRI (2008) lebih rincinya kemampuan SIG dalam mengintegrasikan data, tumpang susun, jaringan, buffer, dan sebagainya adalah sebagai berikut:

1. Pemeliharaan dan analisis data keruangan
  - a. Transformasi format
  - b. Transformasi geometri
  - c. Transformasi proyeksi peta
  - d. Conflation
  - e. Penyamaan batas
  - f. Penyutungan elemen geografis
2. Pemeliharaan dan analisa data atribut
  - a. Fungsi edit atribut
  - b. Fungsi query
3. Analisa data keruangan dan data atribut terintegrasi
  - a. Retrieval/klasifikasi/measurement
  - b. Operasi tumpang susun
  - c. Operasi batas (Pencarian, garis didalam polygon, an titik di dalam polygon, fungsi topografi, polygon thienssen, interpolasi dan pembuatan kontur)
4. Pengaturan output
  - a. Anotasi peta
  - b. Teks, label, dan symbol grafis
  - c. Pola tekstur dan tipe garis

Terkait permasalahan kebencanaan, dengan memanfaatkan SIG ada tiga keuntungan yang diperoleh yaitu:

- a) Dengan SIG dapat dilakukan optimalisasi untuk menyusun strategi mitigasi yang efektif dan efisien
- b) Dengan SIG memungkinkan untuk melakukan identifikasi ancaman-ancaman bencana ekstrim yang berpotensi terjadi tetapi sangat jarang
- c) SIG memungkinkan untuk mengimplementasikan metode-metode yang standar kedalam beberapa region, melakukan perbandingan, dan meminimalisasi dampak-dampak yang ditimbulkan

## **2.7. Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim**

Adaptasi terhadap perubahan iklim adalah kemampuan suatu sistem untuk menyesuaikan diri dari perubahan iklim (termasuk di dalamnya variabilitas iklim dan variabilitas ekstrem) dengan cara mengurangi kerusakan yang ditimbulkan, mengambil manfaat atau mengatasi perubahan dengan segala akibatnya. Adaptasi terhadap perubahan iklim adalah salah satu cara penyesuaian yang dilakukan secara spontan maupun terencana untuk memberikan reaksi terhadap perubahan iklim. Dengan demikian adaptasi terhadap perubahan iklim merupakan strategi yang diperlukan pada semua skala untuk meringankan usaha mitigasi dampak.

Mitigasi adalah usaha menekan penyebab perubahan iklim, seperti gas rumah kaca dan lainnya agar resiko terjadinya perubahan iklim dapat diminimalisir atau dicegah. Upaya mitigasi dalam bidang energi di Indonesia, misalnya dapat dilakukan dengan cara melakukan efisiensi dan konservasi energi serta mengoptimalkan penggunaan energi terbarukan. Contoh upaya mitigasi yang lain dalam upaya mengurangi dampak perubahan iklim terhadap sumber daya air antara lain; Teknologi Modifikasi Cuaca (TMC) dan usaha rehabilitasi waduk dan embung.

Upaya adaptasi terhadap kenaikan muka air laut menurut Subandono (2007) dapat dilakukan dengan dua hal yaitu upaya fisik dan non fisik. Upaya fisik dapat berupa perlindungan alami dan buatan. Sementara upaya non fisik dapat dilakukan dengan membuat peta rawan bencana, informasi public dan penyuluhan, serta pelatihan serta simulasi mitigasi bencana.

Upaya fisik merupakan upaya perlindungan dengan membangun infrastruktur untuk melindungi dari kenaikan muka air laut, baik itu banjir rob maupun pasang surut air laut. Upaya fisik dengan metoda perlindungan alami dapat dilakukan dengan membuat mangrove, terumbu karang, atau hutan. Sedangkan upaya fisik dengan metodal alami dapat dilakukan dengan membangun pemecah arus, tembok laut, tanggul, konstruksi perlindungan dan rumah panggung.

Upaya non fisik yang dilakukan pemerintah dapat berupa yang pertama pembuatan peta rawan bencana, peta ini digunakan untuk mengetahui wilayah-wilayah yang rentan terhadap bencana kenaikan muka air laut. Peta ini juga dijadikan sebagai acuan untuk menentukan tempat relokasi dan juga penentuan tata

ruang dan tata guna lahan pesisir. Selain itu, peta juga digunakan sebagai zonasi penetapan sempadan pantai dan sungai. Kedua pemerintah harus melakukan penyuluhan dan penyampaian informasi ke publik. Ketiga pemerintah harus mengadakan pelatihan dan simulasi mitigasi bencana.

## **2.8. Penelitian Terdahulu**

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan yang menjadi acuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Model kerentanan wilayah pesisir berdasarkan perubahan garis pantai dan banjir pasang (studi kasus: wilayah pesisir Pekalongan) oleh Marfai tahun 2011.
2. Kajian kenaikan muka air laut di kawasan pesisir Kabupaten Tuban, Jawa Timur oleh Sihombing tahun 2012.
3. Analisis kerentanan pesisir dan prediksi dampak kenaikan muka air laut (studi wilayah pesisir Jakarta Utara) oleh Nanin Anggraini tahun 2013.
4. Penilaian dampak kenaikan muka air laut terhadap wilayah pesisir (*studi kasus: Kota Semarang*) oleh Pribadi 2011.
5. Kerentanan Wilayah Pesisir Terhadap Kenaikan Muka Air Laut (Studi Kasus Wilayah Pesisir Utara Jawa Barat) oleh Ristianto 2011.
6. Kerentanan Pesisir Terhadap Kenaikan Muka Air Laut (Studi Kasus Surabaya Dan Daerah Sekitarnya) oleh Sulma 2012.
7. Zonasi Wilayah Pesisir Akibat Kenaikan Muka Air Laut oleh Iswanto, dkk 2014.

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Umum**

Perubahan iklim terjadi sebagai dampak dari pemanasan global yang disebabkan oleh meningkatnya gas rumah kaca akibat kegiatan dari manusia, sektor yang terbesar dalam menyumbang emisi gas rumah kaca adalah sektor industry, transportasi dan rumah tangga.

Dampak yang ditimbulkan oleh perubahan iklim tersebut diantaranya adalah gelombang ekstrim, badai tropis, perubahan pola pasang surut, kenaikan muka air laut, peningkatan suhu bumi, perubahan curah hujan, perubahan pola angin dan lain sebagainya (Susandi, 2004). Perubahan iklim dapat mengakibatkan banjir dengan intensitas yang lebih sering dan dalam skala yang luas dapat memberikan pengaruh pada masyarakat di sekitar bantaran sungai, selain itu daerah-daerah kering mengalami musim kering yang lebih panjang dari biasanya. Di kawasan perkotaan, dampak dari perubahan iklim cukup sulit untuk diidentifikasi dan dibedakan karena karakteristik Kota yang cenderung kompleks, konsentrasi dari kelompok orang, aktivitas, ekosistem dan layanan yang berbeda-beda. Satu dampak perubahan iklim dapat memberikan sejumlah efek yang berbeda-beda. Dari sebagian dampak yang bisa ditimbulkan karena pemanasan global, isu yang paling sering dibicarakan adalah terkait kenaikan muka air laut (Church, 2013).

Peningkatan suhu air laut dan melelehnya volume es di daerah kutub utara dan selatan bumi merupakan faktor yang dapat meningkatkan tinggi muka air laut (Dasanto, 2011). Pada tahun 2100 suhu permukaan bumi diperkirakan akan naik sekitar 2.2-4.9<sup>0</sup>C. Kenaikan suhu global akan meningkatkan tinggi muka air laut sekitar 0.09-0.88 m atau selama 100 tahun ke depan laju kenaikan rata-rata 4.9 mm /tahun (IPCC, 2007). Seberapa jauh ancaman bencana kenaikan muka air laut tersebut terjadi dipengaruhi oleh kondisi geografi eksisting seperti gelombang, pasang surut, elevasi, dan kemiringan. Disamping itu juga dipengaruhi oleh struktur sosial yang ada seperti kepadatan penduduk, persentase jumlah penduduk dengan pekerjaan sektor rentan (nelayan), dan peruntukan lahan.

Dalam penelitian ini digunakan modifikasi model kerentanan menurut Cutter, dimana faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kerentanan terhadap kenaikan muka air laut tersebut dikelompokkan menjadi dua kelompok aspek kerentanan yaitu: aspek fisik (lingkungan), dan aspek sosial-ekonomi. Kemudian dianalisa untuk mendapatkan kerentanan tempat secara keseluruhan (kerentanan wilayah). Gelombang dan pasang surut adalah merupakan indikator kerentanan dari sisi ancaman kenaikan muka air laut, semakin tinggi kenaikan muka air laut akibat kedua faktor tersebut akan semakin rentan karena wilayah yang terendam semakin luas.

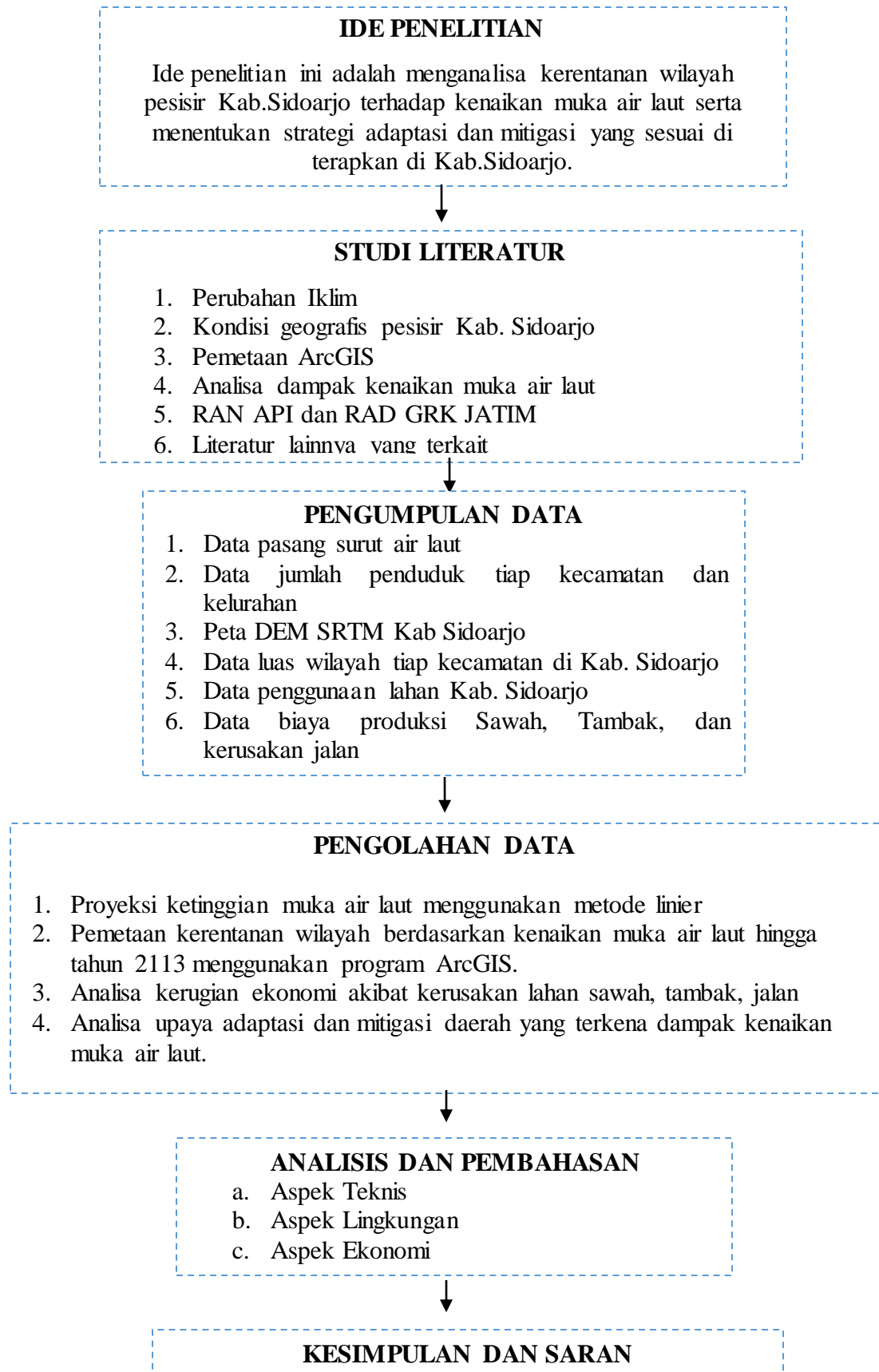
Sedangkan faktor lainnya adalah merupakan indikator kerentanan dari sisi asset (kondisi eksisting di wilayah penelitian) Semakin tinggi dan semakin miring suatu tempat maka akan semakin menurun tingkat kerentanannya karena wilayah yang terendam akan semakin sempit.

Kabupaten Sidoarjo merupakan salah satu daerah di pesisir jawa yang berpotensi terkena dampak dari kenaikan muka air laut. Oleh karena itu diperlukan langkah yang tepat untuk menentukan strategi adaptasi dan mitigasi kenaikan muka air laut di Kabupaten Sidoarjo.

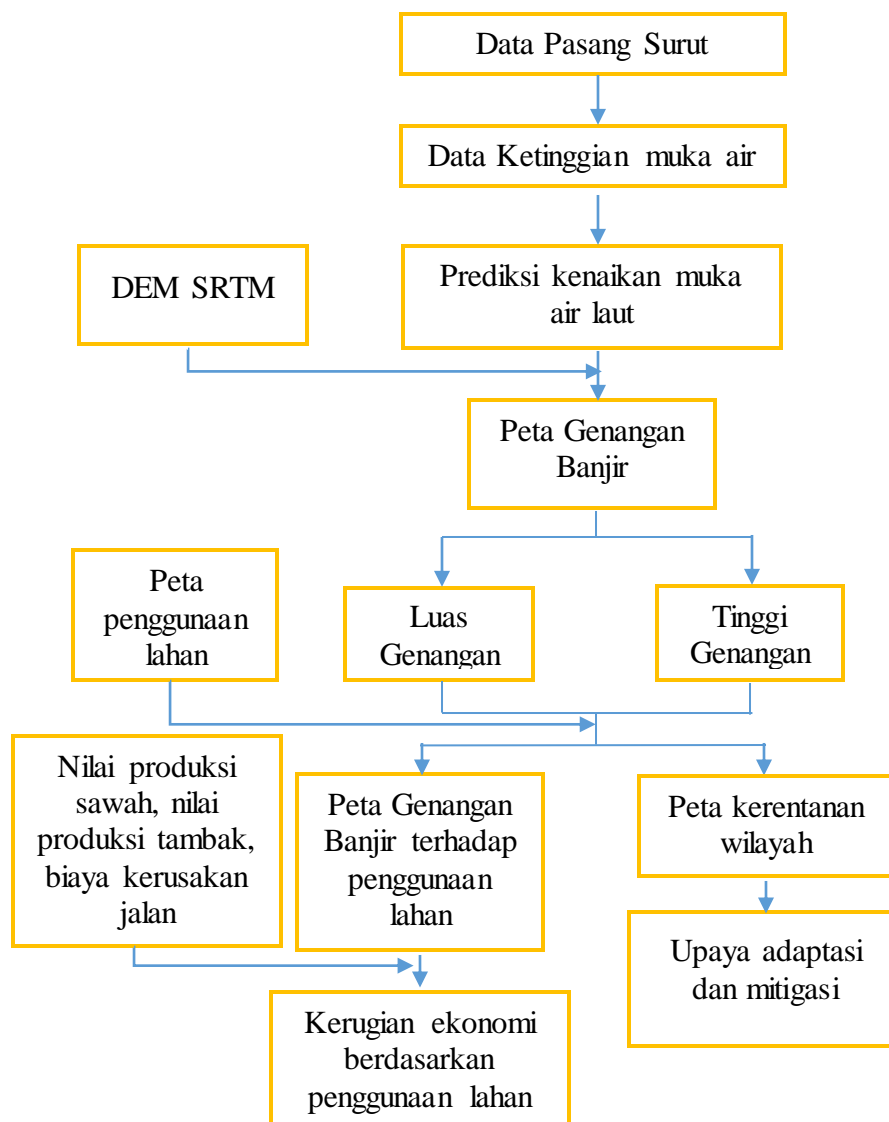
### **3.2. Kerangka Penelitian**

Kerangka penelitian ini merupakan acuan yang akan digunakan dalam pelaksanaan penelitian dan disusun untuk mencapai tujuan penelitian. Pada kerangka penelitian ini berisi tahapan dan metode yang akan digunakan selama penelitian agar pelaksanaan penelitian dan penulisan laporan menjadi lebih sistematis. Untuk lebih jelasnya, kerangka penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1





**Gambar 3.1** Skema Kerangka Penelitian



**Gambar 3.2** Diagram alir metodologi penelitian

### 3.3. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini meliputi penjelasan mengenai ide penelitian, studi literature, pengumpulan data, (data primer dan data sekunder) analisis dan pembahasan, serta pengambilan kesimpulan dan saran. Tahapan dari penelitian akan disampaikan pada penjelasan dibawah.

#### 3.3.1. Ide Penelitian

Ide penelitian ini adalah mengkaji kerentanan wilayah Kabupaten Sidoarjo terhadap perubahan iklim yang dilihat dari ketinggian muka air laut pada tepi Kabupaten Sidoarjo. Pemilihan Kabupaten Sidoarjo sebagai daerah kaji/studi

dikarenakan Kabupaten Sidoarjo merupakan daerah penyangga Ibukota Jawa Timur sekaligus pintu gerbang menuju Surabaya melalui Bandara Juanda yang lokasinya berada di Kabupaten Sidoarjo. Selain itu Kabupaten Sidoarjo merupakan salah satu daerah di pesisir Jawa yang berpotensi terkena dampak dari kenaikan muka air laut. Diharapkan hasil akhir dari penelitian ini dapat dijadikan acuan masyarakat untuk menangani kerentanan wilayah Kabupaten Sidoarjo akibat perubahan iklim. Oleh karena itu diperlukan langkah Adaptasi dan Mitigasi untuk mengurangi dampaknya kenaikan muka air laut.

### **3.3.2. Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan materi dan mengkaji teori yang mendasari ruang lingkup penelitian serta mendukung tercapainya tujuan penelitian. Hal ini dilakukan untuk memperoleh dasar teori yang kuat dan akurat yang berasal dari teks *book*, laporan penelitian tesis, dan jurnal ilmiah untuk mendukung dari tesis ini. Studi literature yang mendukung penelitian ini meliputi:

1. Perubahan Iklim
2. Kondisi geografis pesisir Kab. Sidoarjo
3. Pemetaan genangan banjir menggunakan perangkat lunak ArcGIS
4. Analisa dampak kenaikan muka air laut
5. RAN API dan RAD GRK JATIM
6. Literatur lainnya yang terkait

### **3.3.3. Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dalam penelitian ini dikumpulkan dan dipilih berdasarkan pertimbangan kebutuhan data dan ketersediaan data,

1. Data pasang surut air laut  
Data pasang surut wilayah studi hasil pengamatan dari instansi seperti BMKG Perak 1 dan BMKG Juanda
2. Data jumlah Penduduk

Data jumlah penduduk tiap kecamatan dan keluarahan di wilayah Kab Sidoarjo diperoleh dari data Badan Pusat Statistik Kabupaten Sidoarjo. Dalam buku “Sidoarjo dalam Angka 2015”

3. Peta rupa bumi Kab.Sidoarjo

Data kemiringan, elevasi, dan tutupan lahan diturunkan dari Peta Rupa Bumi Indonesia edisi terbaru untuk wilayah Kota Surabaya yang diterbitkan oleh Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL).

4. Data luas wilayah tiap kecamatan di Kab. Sidoarjo

Data luas wilayah tiap kecamatan diperoleh dari BPS dan Kab Sidoarjo dalam angka tahun 2015

5. Data peruntukan lahan Kab. Sidoarjo

Data peruntukan lahan diperoleh dari RTRW Kabupaten Sidoarjo 2009-2029

6. Data biaya produksi sektor pertanian, tambak serta fisik jalan

Data biaya produksi sektor pertanian, dan tambak tiap kecamatan diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Sidoarjo dalam buku “Sidoarjo dalam angka tahun 2015”.

### 3.3.4. Pengolahan Data

a. ketinggian muka air laut

Dalam penentuan ketinggian muka air laut, diperlukan pengolahan data pasang surut terlebih dahulu. Data pasang surut yang diperoleh berasal dari stasiun pengamat BMKG Tanjung Perak II yang melakukan pencatatan di wilayah pesisir Surabaya, namun data tersebut berlaku untuk radius 100 km dari stasiun pengamat.

Untuk analisa kenaikan muka air laut dapat menggunakan analisa perubahan muka air rerata (*mean sea level*) pasang surut yang terjadi tiap tahunnya. Untuk menghitung nilai muka air rerata dapat digunakan persamaan:

$$MSL = \frac{(HWL-LWL)}{2} \quad (1)$$

Dengan:

MSL = muka air rerata

HWL = muka air tertinggi selama satu siklus pasang surut

LWL = muka air terendah selama satu siklus pasang surut

Mengingat pola pasang surut yang ideal akan tercapai jika tersedia data pasang surut laut selama kurang lebih 18.6 tahun (Pugh, 2004), sementara data yang tersedia tidak memenuhi waktu tersebut maka agar dapat memenuhi pola pasang surut yang diharapkan, maka range pasang surut diambil dari ketersediaan data yang ada. Data Pasang surut yang telah diperoleh kemudian diproyeksikan hingga tahun 2115 dengan menggunakan metode aritmatik, geometrid dan least square. Dari ketiga metode tersebut akan dilakukan pemilihan metode proyeksi dengan menghitung nilai koefisien korelasi masing-masing metode. Metode yang nantinya akan dipakai merupakan metode yang memiliki koefisien korelasi mendekati 1.

Setelah diperoleh hasil proyeksi ketinggian muka air laut, maka dapat diperoleh data kenaikan muka air laut tiap tahunnya dengan melakukan pengurangan antara data ketinggian muka air laut tahun  $x$  dengan ketinggian muka air laut tahun sebelumnya. Data kenaikan muka air laut ini yang nantinya digunakan untuk memprediksi tinggi genangan banjir hingga 100 tahun di daerah penelitian.

#### b. Pemetaan kerentanan wilayah

Setelah dilakukan analisa ketinggian muka air laut, selanjutnya pengolahan data dilakukan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) menggunakan perangkat lunak ArcGIS yang digunakan untuk menilai bahaya kenaikan muka air laut di Kabupaten Sidoarjo. Pada tahapan pertama, dibutuhkan peta dasar guna lahan dalam bentuk shapefile GIS serta peta Digital Elevation Model (DEM) dari wilayah studi. Peta DEM tersebut dibutuhkan untuk membuat peta kontur wilayah studi. Pada penelitian ini, pembuatan peta DEM dilakukan dengan menginterpolasi titik-titik ketinggian pada wilayah studi dengan menggunakan metode Inverse Distance Weight (IDW). Hasil interpolasi titik tinggi dalam bentuk IDW ini akan dihasilkan dalam bentuk raster dan kemudian akan dikonversikan menjadi shapefile dalam bentuk polygon sesuai dengan ketinggian yang telah dibentuk oleh bobot koefisien yang ada (Isfandiari, 2014).

Untuk membuat membuat permodelan kenaikan muka air laut, maka dilakukan overlay antara peta DEM dengan beberapa skenario proyeksi tinggi kenaikan muka

air laut yang telah dianalisis sebelumnya sehingga mendapatkan tapak daerah yang daratannya terendam banjir karena kenaikan muka air laut. Peta ini yang nantinya digunakan sebagai peta kerentanan wilayah akibat kenaikan muka air laut.

Setelah itu peta genangan banjir ditumpangsusunkan dengan peta administrasi daerah penelitian sehingga diketahui wilayah desa yang menjadi daerah rawan kenaikan muka air laut dengan masing-masing elevasinya. Karena elevasi pada desa-desa di daerah penelitian bervariasi maka digunakan rata-rata elevasi tersebut untuk menentukan apakah suatu desa masuk kedalam salah satu kriteria kerentanan.

Selain di overlay dengan peta administrasi, peta genangan banjir juga di overlaykan dengan peta tata guna lahan daerah penelitian, sehingga diketahui peruntukan lahan yang berpotensi tergenang banjir rob. Proyeksi data dilakukan 100 tahun hingga tahun 2115, untuk data ketinggian muka air laut rata-rata dan pasang tertinggi. Hal ini dilakukan untuk dapat menentukan upaya mitigasi untuk keadaan normal dan pada saat pasang tertinggi.

Kemudian tahap selanjutnya dihitung data ketinggian genangan banjir di tiap kelurahan untuk mengetahui kerentanan di suatu wilayah. Kriteria dan indikator genangan wilayah dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut.

**Tabel 3.1** Kriteria dan Indikator Genangan Wilayah

No.	Parameter Genangan	Persentase Nilai	Kriteria kerentanan
1	Tinggi Genangan:		
	>0,5 m	100	Sangat tinggi
	0,3-0,5 m	75	Tinggi
	0,2 m – 0,3 m	50	Sedang
	0,1 m - 0,2 m	25	Rendah
	<0,1 m	0	Sangat rendah
2	Luas Genangan:		
	>8 ha	100	Sangat tinggi
	4-8 ha	75	Tinggi
	2-4 ha	50	Sedang
	1-2 ha	25	Rendah
	<1 ha	0	Sangat rendah

Sumber: Permen PU Nomor 12/PRT/M/2014

Hasil kerentanan wilayah ditampilkan dalam bentuk peta-peta dengan bantuan software Arc Gis. Peta yang dihasilkan diperoleh dengan operasi *add field* pada tiap indikator yang telah dioverlay dengan peta tata guna lahan, peta administratif.

c. Analisa Kerugian Ekonomi

Kerugian ekonomi dihitung berdasarkan luas kerusakan penggunaan lahan akibat genangan. Penggunaan lahan yang dihitung kerugiannya adalah sawah, tambak dan permukiman. Parameter yang digunakan untuk menghitung kerugian adalah luas dari jenis penggunaan lahan yang tergenang. Perhitungan kerugian dilakukan dengan menggunakan Persamaan (Suparmoko, 2009):

1. Perhitungan kerugian lahan tambak

$$T_t = A_t \times F_t \quad (3)$$

Dimana:

T<sub>t</sub>: kerugian pada penggunaan lahan tambak (rupiah)

A<sub>t</sub>: Luas genangan banjir di lahan tambak (ha)

F<sub>t</sub>: Satuan biaya kerusakan pada penggunaan lahan tambak (rupiah/ha)

2. Perhitungan Kerugian lahan Sawah

$$T_s = A_s \times F_s \quad (4)$$

Dimana:

T<sub>s</sub>: kerugian pada penggunaan lahan Sawah (rupiah)

A<sub>s</sub>: Luas genangan banjir di lahan Sawah (ha)

F<sub>s</sub>: Satuan biaya kerusakan pada penggunaan lahan Sawah (rupiah/ha)

3. Perhitungan kerugian permukiman, dihitung berdasarkan kerusakan fisik jalan

$$T_j = A_p \times F_p \quad (5)$$

Dimana:

T<sub>j</sub>: kerugian pada akibat jalan aspal terendam (rupiah)

A<sub>p</sub>: Panjang jalan aspal tergenang (m)

F<sub>p</sub>: Satuan biaya kerusakan jalan aspal (rupiah/m)

Setelah itu nilai kerugian ekonomi akan diselaraskan dengan nilai mata uang di masa yang akan datang dengan tingkat bunga tertentu menggunakan perhitungan *future value* sebagai berikut:

$$FV = PV (1 + r)^n \quad (6)$$

Keterangan:

FV = *Future value* (nilai pada akhir tahun ke n )

PV = Nilai sekarang (nilai pada tahun ke 0 )

r = Suku bunga

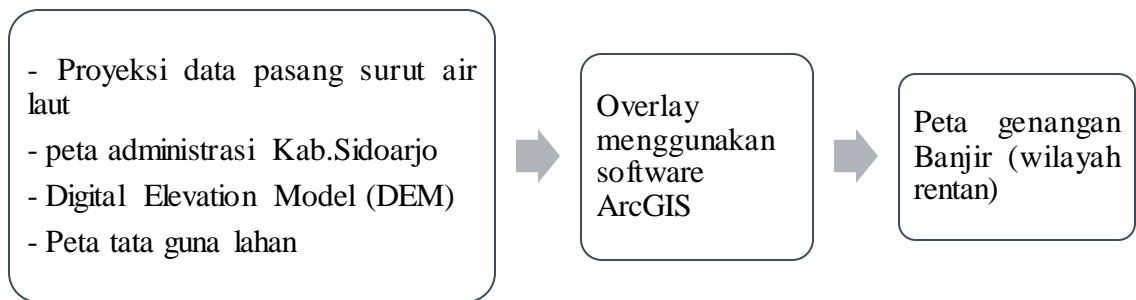
n = Waktu ( tahun )

### 3.3.5. Analisis dan Pembahasan

Penentuan kenaikan muka air laut dimulai dengan menganalisa data pasang surut air laut harian yang didapat dari Dishidros selama tahun 2005-2015, Data pasang surut diolah untuk mendapatkan *Mean sea level (MSL)* atau nilai rata-rata. Nilai rata-rata tiap tahun dari 2005-2015 kemudian digunakan sebagai dasar penentuan proyeksi, proyeksi dilakukan hingga 100 tahun yaitu tahun 2113. Metode proyeksi yang digunakan adalah metode least square. Hasil proyeksi ketinggian muka air laut yang diperoleh kemudian di masukan kedalam software arcGIs 10.2.1 untuk disandingkan dengan peta rupa bumi (DEM SRTM) daerah penelitian atau dalam penelitian ini disebut metode tumpang susun/ overlay.

Metode tumpang susun dilakukan setelah seluruh data telah ditransformasi menjadi data keruangan dan hasilnya adalah berupa peta genangan banjir di wilayah studi. Genangan banjir di wilayah Kabupaten Sidoarjo di bagi menjadi 4 skenario yaitu skenario 1 kenaikan muka air laut selama 10 tahun hingga 2023, skenario 2 dengan kenaikan muka air laut selama 20 tahun hingga tahun 2033, skenario 3 kenaikan muka air laut selama 50 tahun hingga tahun 2063 dan skenario 4 kenaikan muka air laut selama 100 tahun hingga tahun 2113, proyeksi dilakukan dengan menganalisa keadaan pasang rata-rata dan keadaan pasang tertinggi.





Setelah tahap diatas dilakukan, selanjutnya dilakukan analisa dampak kenaikan muka air laut yang dibahas dari berbagai aspek, yaitu dampak teknis, dampak lingkungan, dan dampak kerugian ekonomi.

#### a) Aspek Teknis

Pembahasan aspek teknis dilihat dari dampak kenaikan muka air laut terhadap fisik bangunan yang terdapat pada peta tata guna lahan Kab Sidoarjo. Dari peta genangan banjir rob yang telah diskenariokan dalam 4 skenario yaitu skenario 1 jangka waktu 10 tahun, skenario 2 jangka waktu 20 tahun, skenario 3 jangka waktu 50 tahun dan skenario 4 jangka waktu 100 tahun, dilakukan analisa pada saat pasang rata-rata dan pasang tertinggi. Kemudian hasilnya dioverlaykan ke dalam peta tata guna lahan dam format shp. Setelah itu dapat diketahui luas area penggunaan lahan tiap kecamatan di pesisir kabupaten Sidoarjo yang terkena dampak. Yang termasuk dalam aspek teknis antara lain, sektor permukiman, pergudangan, industri, transportasi dan jalan aspal. Dampak dilihat dari luas area fisik yang tergenang akibat kenaikan muka air laut.

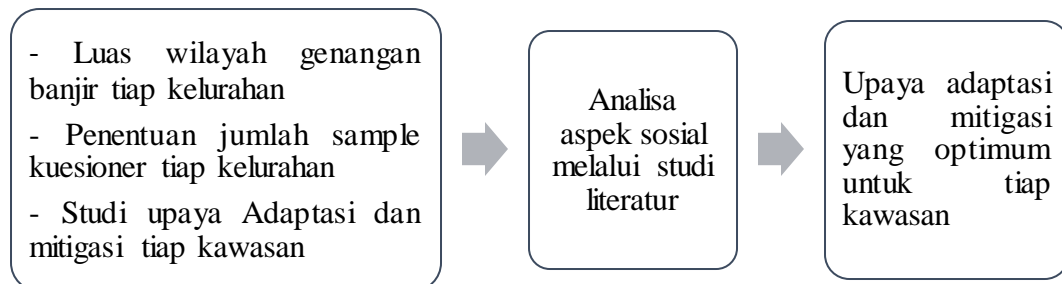
#### b) Aspek Lingkungan

Pembahasan aspek lingkungan dilihat dari dampak kenaikan muka air laut terhadap lingkungan yang terdapat pada peta tata guna lahan Kab Sidoarjo. Dari peta genangan banjir rob yang telah diskenariokan dalam 4 skenario, dioverlaykan ke dalam peta tata guna lahan dam format shp. Setelah itu dapat diketahui luas area penggunaan lahan tiap kecamatan di pesisir kabupaten Sidoarjo yang terkena dampak. Yang termasuk dalam aspek lingkungan antara lain sungai, sawah, tambak dan tegalan/ladang. Dampak dilihat dari luas area lingkungan yang tergenang akibat kenaikan muka air laut. Selain itu pembahasan aspek lingkungan juga terdapat saat penentuan proses adaptasi dan mitigasi akibat kenaikan muka air laut.

Beberapa upaya adaptasi dan mitigasi yang bisa diterapkan pada daerah rawan

banjir Rob menurut prawira (2014):

1. Kawasan Pemukiman
  - a. Pembangunan tanggul penahan rob
  - b. Mambangun pintu air dan rumah pompa
  - c. Penyediaan konsep rumah panggung
  - d. Penataan bangunan disekitar pantai
  - e. Pembentukan organisasi pemerintahan maupun non pemerintahan siaga bencana
  - f. Penyediaan system informasi bahaya peringatan dini
  - g. Penyediaan peta bahaya dan resiko kenaikan muka air laut
2. Kawasan Pertambakan
  - a. Pembangunan Kawasan Hutan Bakau
  - b. Membangun Tanggul disekeliling Tambak
  - c. Membangun bozem-bozem penampung air laut



#### c) Aspek Ekonomi

Aspek Ekonomi ditinjau dari dampak kenaikan muka air laut terhadap perekonomian wilayah pesisir Kabupaten Sidoarjo. Dampak kerugian ekonomi dihitung dari kerugian fisik dan lingkungan yang terkena genangan banjir. ekonomi yang digunakan meliputi yaitu; data pendapatan perkapita tiap kecamatan, data produktifitas lahan per Ha, data luas wilayah tiap kecamatan, data mata pencaharian masyarakat tiap kecamatan, dan an data lain terkait perekonomian di Kab.Sidoarjo seperti peruntukan lahan, luas jalan, kepadatan jalan dsb. Setelah diperoleh data wilayah kerentanan di pesisir Kabupaten Sidoarjo, luasan wilayah yang terkena dampak dikorelasikan dengan pendapatan perkapita, sehingga apabila terjadi pengurangan jumlah wilayah dapat dihitung juga penurunan pendapatan perkapita masyarakat pesisir Kabupaten Sidoarjo. Selain itu bisa dilihat pula dampak

kerugian ekonomi yang ditimbulkan dari kenaikan muka air laut dari sektor peruntukan lahan yang tergenang seperti pertambakan dan pertanian serta jumlah jalan yang terendam air yang nantinya harga kerugian ekonominya akan disesuaikan dengan nilai mata uang dimasa mendatang sesuai tahun proyeksi kenaikan muka air laut.

**“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”**

## BAB 4

### Analisa dan Pembahasan

#### 4.1. Kenaikan Muka Air Laut

Penentuan kenaikan muka air laut dimulai dengan menganalisa data pasang surut air laut harian yang didapat dari Dishidros selama tahun 2006-2013, data dapat dilihat pada **lampiran A - lampiran J**. Data diambil di stasiun Surabaya pada titik lintang  $07^{\circ}11'55''$  S dan bujur  $112^{\circ}43'15''$  T. Data pasang surut diolah menggunakan rumus MSL untuk mendapatkan nilai rata-rata dan data pasang tertinggi. Data ini nantinya akan digunakan untuk mensimulasikan kenaikan muka air laut pada kondisi rata-rata, dan pada saat pasang tertinggi. Hasil perhitungan ketinggian muka air laut rata-rata dan pasang tertinggi dapat dilihat pada tabel 4.1 dan 4.2 berikut,

**Tabel 4.1** Data ketinggian muka air laut rata-rata tahun 2006-2013 (meter)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nop	Des	Rata2
2006	1.47	1.46	1.45	1.46	1.48	1.46	1.45	1.46	1.46	1.47	1.51	1.51	1.469
2007	1.47	1.47	1.44	1.47	1.48	1.47	1.45	1.45	1.48	1.48	1.49	1.49	1.469
2008	1.49	1.47	1.46	1.46	1.47	1.48	1.45	1.45	1.46	1.50	1.52	1.50	1.474
2009	1.46	1.46	1.48	1.47	1.47	1.47	1.47	1.45	1.46	1.49	1.52	1.50	1.476
2010	1.47	1.46	1.46	1.47	1.48	1.47	1.46	1.47	1.48	1.49	1.51	1.51	1.477
2011	1.47	1.46	1.46	1.47	1.48	1.47	1.46	1.47	1.48	1.49	1.51	1.51	1.477
2012	1.49	1.48	1.47	1.47	1.48	1.49	1.46	1.46	1.47	1.51	1.51	1.49	1.482
2013	1.48	1.47	1.49	1.47	1.47	1.48	1.48	1.47	1.46	1.49	1.52	1.51	1.482

Sumber: hasil perhitungan pasang surut Dishidros 2006-2013

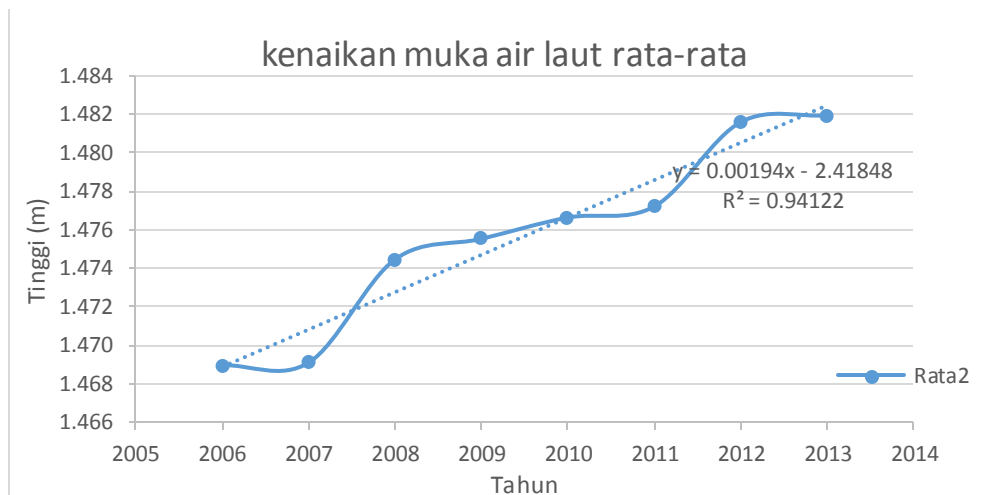
**Tabel 4.2** Data ketinggian muka air laut Max tahun 2006-2013 (meter)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nop	Des	Max
2006	2.80	2.70	2.50	2.60	2.80	2.90	2.80	2.70	2.60	2.70	2.80	2.80	2.90
2007	2.80	2.70	2.50	2.60	2.80	2.80	2.80	2.60	2.50	2.70	2.80	2.80	2.80
2008	2.80	2.70	2.50	2.60	2.80	2.90	2.80	2.70	2.50	2.70	2.80	2.90	2.90
2009	2.80	2.70	2.60	2.70	2.90	2.90	2.80	2.60	2.40	2.60	2.80	2.90	2.90
2010	2.80	2.60	2.50	2.70	2.80	2.90	2.80	2.70	2.50	2.70	2.80	2.80	2.90

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nop	Des	Max
2011	2.70	2.60	2.50	2.60	2.80	2.80	2.80	2.60	2.60	2.70	2.80	2.80	2.80
2012	2.70	2.60	2.40	2.60	2.80	2.80	2.80	2.70	2.50	2.70	2.80	2.80	2.80
2013	2.80	2.60	2.50	2.70	2.80	2.80	2.70	2.60	2.40	2.60	2.70	2.80	2.80

Sumber: hasil perhitungan pasang surut Dishidros 2006-2013

Nilai kenaikan muka air laut rata-rata dari tahun 2006-2013 kemudian digunakan sebagai dasar penentuan proyeksi, proyeksi dilakukan hingga 100 tahun yaitu tahun 2115. Metode proyeksi yang digunakan adalah metode proyeksi menggunakan rumus excel. Grafik kenaikan muka air laut rata-rata dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut,



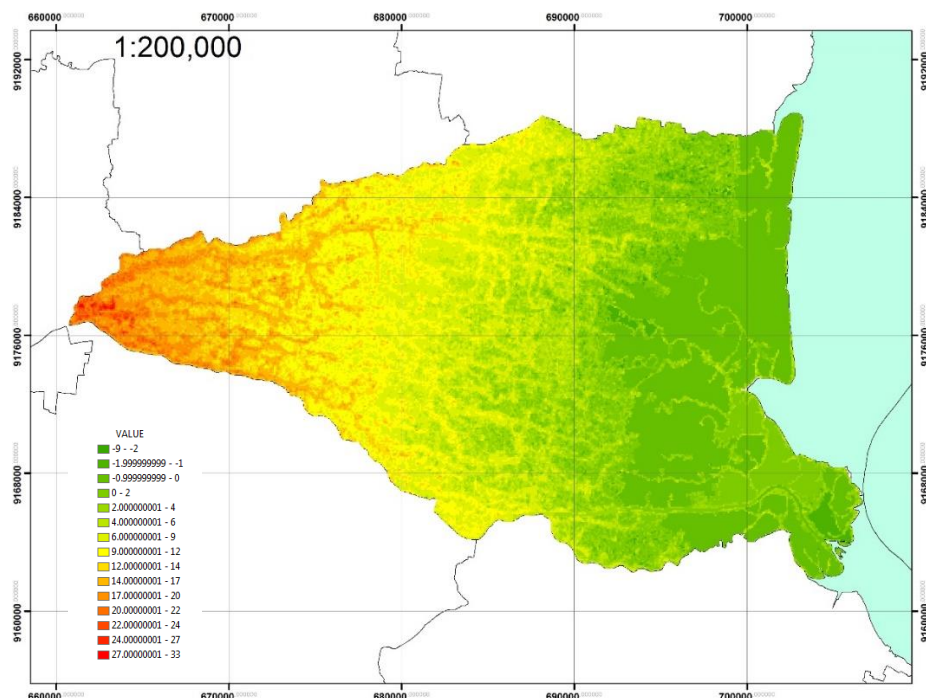
**Gambar 4.1** Kenaikan muka air laut rata-rata

Berdasarkan gambar diatas dapat diketahui bahwa nilai  $R^2$  adalah 0.94122 dan diperoleh rumus  $y = 0.00194x - 2.41848$ . Berdasarkan rumus diatas diperoleh kenaikan muka air laut setiap tahun sebesar 2 mm/tahun. Nilai ini sesuai dengan nilai rentang kenaikan air laut IPCC 2007 yang berkisar antara 0.9-9 mm/tahun.

#### 4.2. Analisa Genangan Banjir

Analisa genangan banjir dilakukan dengan menyandingkan data hasil proyeksi kenaikan muka air laut yang dengan peta rupa bumi (DEM SRTM) menggunakan *software* ArcGis 10.2.1 atau disebut dengan metode tumpang susun/*overlay*.

Metode tumpang susun dilakukan setelah seluruh data telah ditransformasi menjadi data keruangan dan hasilnya adalah berupa peta genangan banjir di wilayah studi. Genangan banjir di wilayah Kabupaten Sidoarjo di bagi menjadi empat skenario yaitu skenario 1 kenaikan muka air laut selama 10 tahun hingga 2023, skenario 2 dengan kenaikan muka air laut selama 20 tahun hingga tahun 2033, skenario 3 kenaikan muka air laut selama 50 tahun hingga tahun 2063 dan skenario 4 kenaikan muka air laut selama 100 tahun hingga tahun 2113. Kemudian kondisi tersebut dilakukan proyeksi pada saat ketinggian air laut rata-rata, dan pada saat ketinggian air laut pada saat pasang tertinggi.



**Gambar 4.2** Peta srtm Kabupaten Sidoarjo

Berdasarkan Peta SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) Kabupaten Sidoarjo diatas menunjukan bahwa wilayah Kabupaten Sidoarjo memiliki rentang elevasi -9 meter hingga 33 meter.

Nilai kenaikan muka air laut sebesar 0.2 cm/tahun diproyeksi dengan pasang rata-rata dan pasang tertinggi dengan jangka waktu 10 tahun, 20 tahun, 50 tahun dan 100 tahun, dan diperoleh hasil:

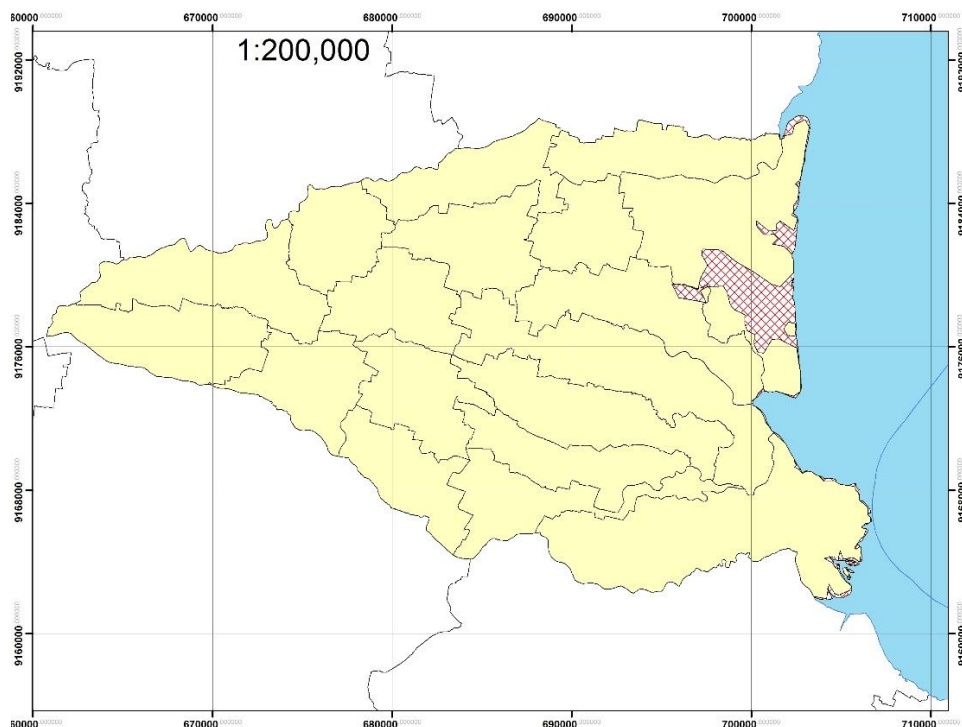
1. Skenario 1 jangka waktu 10 tahun (2023)

- Pasang rata-rata 148 cm + 2 cm : 150 cm

- Pasang tertinggi 280 cm + 2 cm : 282 cm
2. Skenario 2 jangka waktu 20 tahun (2033)
- Pasang rata-rata 148 cm + 4 cm : 152 cm
  - Pasang tertinggi 280 cm + 4 cm : 284 cm
3. Skenario 3 jangka waktu 50 tahun (2053)
- Pasang rata-rata 148 cm + 10 cm : 158 cm
  - Pasang tertinggi 280 cm + 10 cm : 290 cm
4. Skenario 4 jangka waktu 100 tahun (2113)
- Pasang rata-rata 148 cm + 20 cm : 168 cm
  - Pasang tertinggi 280 cm + 20 cm : 300 cm

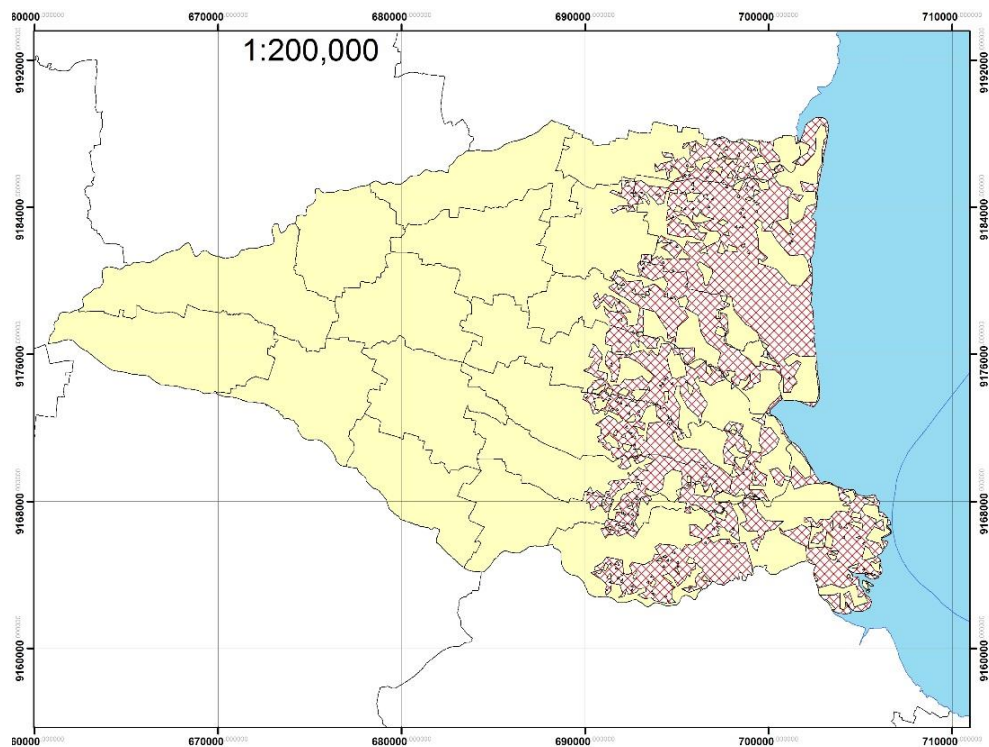
Keempat skenario tersebut kemudian disimulasikan ke dalam peta SRTM Kabupaten Sidoarjo. Hasilnya didapatkan peta skenario genangan banjir dengan kondisi rata-rata dan skenario genangan banjir dengan kondisi pasang tertinggi.

### Skenario 1



**Gambar 4.3** Peta Genangan Banjir Skenario 1 pasang rata-rata (150 cm)





**Gambar 4.4** Peta Genangan Banjir Skenario 1 pasang tertinggi (282 cm)

Gambar diatas menunjukan wilayah tergenang banjir di Kabupaten Sidoarjo skenario 1 dengan pasang air laut rata-rata setinggi 150 cm dan pasang tertinggi setinggi 282 cm. Berdasarkan gambar 4.3 dan gambar 4.4 diatas, genangan banjir skenario 1 dengan kondisi pasang tertinggi luas wilayah yang tergenang mencapai hingga 23.27% dari total wilayah kabupaten Sidoarjo. Sedangkan untuk skenario 1 dengan kondisi pasang rata-rata, luas wilayah yang tergenang shanya sebesar 2.87% dari luas wilayah total kabupaten Sidoarjo. Untuk mengetahui kelurahan dan luas wilayah yang tergenang dapat di lihat pada tabel 4.3 dan tabel 4.4 berikut:

**Tabel 4.3** Luas genangan banjir rob skenario 1 pasang rata-rata (150 cm)

Kecamatan	Luas Wilayah (hektar)	Luas genangan (hektar)	% Luas Genangan
Buduran	4366.05	121.97	2.79%
Jabon	8196.06	153.79	1.88%
Sedati	7925.97	1776.81	22.42%
Sidoarjo	6204.98	7.60	0.12%
Waru	3059.64	0.97	0.03%

<b>Kecamatan</b>	<b>Luas Wilayah (hektar)</b>	<b>Luas genangan (hektar)</b>	<b>% Luas Genangan</b>
<b>Total Sidoarjo</b>	<b>71853.71</b>	<b>2061.14</b>	<b>2.87%</b>

*Sumber: Hasil Perhitungan*

**Tabel 4.4** Luas Genangan Banjir Rob Skenario 1 pasang tertinggi (282 cm)

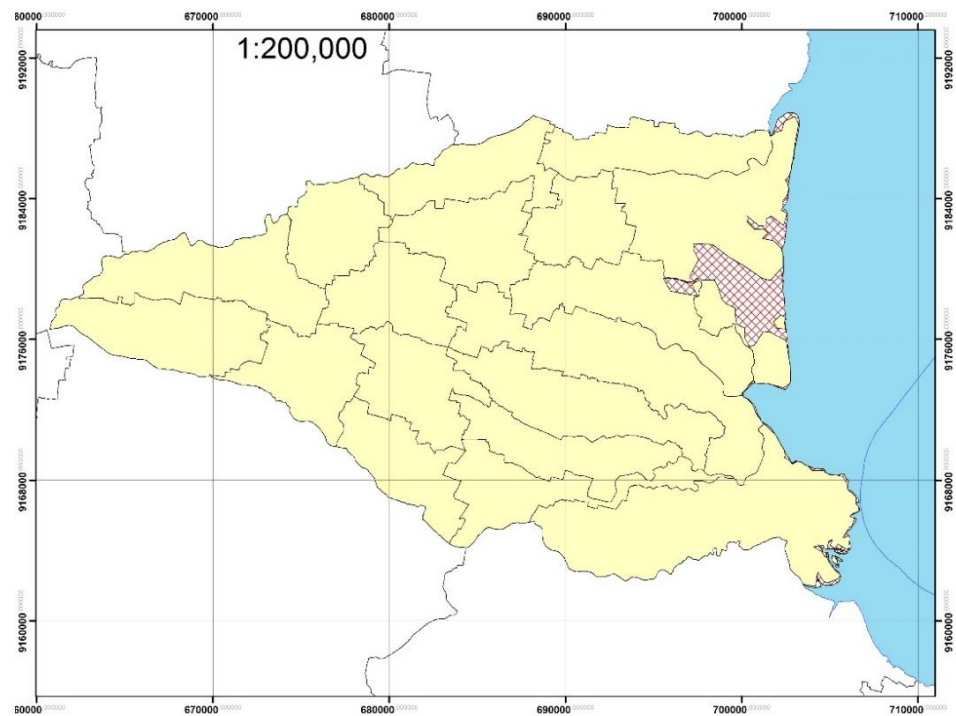
<b>Kecamatan</b>	<b>Luas Wilayah (hektar)</b>	<b>Luas genangan (hektar)</b>	<b>% Luas Genangan</b>
Buduran	4366.05	1863.06	42.67%
Candi	4286.8	1374.41	32.06%
Gedangan	2401.22	162.74	6.78%
Jabon	8196.06	3804.58	46.42%
Porong	3072.27	405.96	13.21%
Sedati	7925.97	5348.06	67.48%
Sidoarjo	6204.98	2026.43	32.66%
Tanggulangun	2979.34	767.11	25.75%
Waru	3059.64	964.90	31.54%
<b>Total Sidoarjo</b>	<b>71853.71</b>	<b>16717.24</b>	<b>23.27%</b>

*Sumber: Hasil Perhitungan*

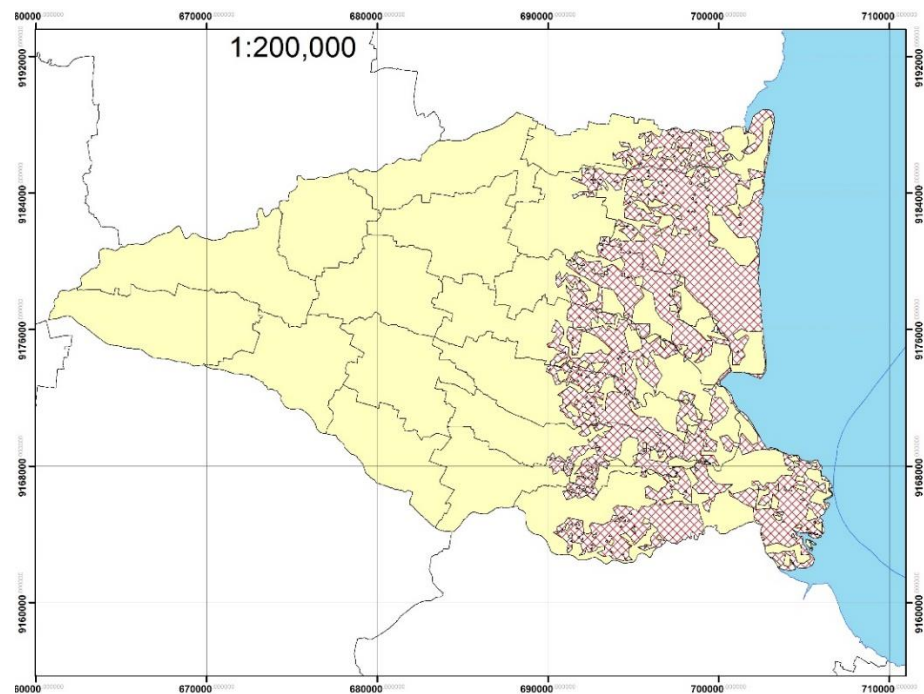
Berdasarkan tabel 4.3 dapat diketahui luas wilayah tergenang banjir rob skenario 1 di Kab Sidoarjo sebesar 2061.14 hektar atau sekitar 2.87% dari total luas wilayah Kabupaten Sidoarjo. Kecamatan yang terkena dampak antara lain Buduran, Jabon, Sedati, Sidoarjo, Waru.

Sedangkan pada tabel 4.4 dapat dilihat luas genangan banjir rob skenario 2 mencapai 16717.24 hektar atau sekitar 23.27% luas wilayah Kabupaten Sidoarjo tergenang. Kecamatan yang terkena dampak antara lain Buduran, Candi, Gedangan, Jabon, Porong, Sedati, Sidoarjo, Tanggulangun, Waru.

## Skenario 2



**Gambar 4.5** Peta Genangan Banjir Skenario 2 pasang rata-rata (152 cm)



**Gambar 4.6** Peta Genangan Banjir Skenario 2 pasang tertinggi (284 cm)

Gambar diatas menunjukan wilayah tergenang banjir di Kabupaten Sidoarjo skenario 1 dengan pasang air laut rata-rata setinggi 152 cm dan pasang tertinggi setinggi 284 cm. Berdasarkan gambar 4.5 dan gambar 4.6 diatas, genangan banjir skenario 1 dengan kondisi pasang tertinggi luas wilayah yang tergenang mencapai hingga 23.54% dari total wilayah kabupaten Sidoarjo. Sedangkan untuk skenario 1 dengan kondisi pasang rata-rata, luas wilayah yang tergenang shanya sebesar 2.9% dari luas wilayah total kabupaten Sidoarjo. Untuk mengetahui kelurahan dan luas wilayah yang tergenang dapat di lihat pada tabel 4.5 dan tabel 4.6 berikut:

**Tabel 4.5** Luas genangan banjir rob skenario 2 pasang rata-rata (152 cm)

<b>Kecamatan</b>	<b>Luas Wilayah (hektar)</b>	<b>Luas genangan (hektar)</b>	<b>% Luas Genangan</b>
Buduran	4366.05	123.00	2.82%
Jabon	8196.06	157.52	1.92%
Sedati	7925.97	1792.72	22.62%
Sidoarjo	6204.98	7.60	0.12%
Waru	3059.64	0.97	0.03%
<b>Total Sidoarjo</b>	<b>71853.71</b>	<b>2081.8</b>	<b>2.90%</b>

Sumber: Hasil Perhitungan

**Tabel 4.6** Luas Genangan Banjir Rob Skenario 2 pasang tertinggi (284 cm)

<b>Kecamatan</b>	<b>Luas Wilayah (hektar)</b>	<b>Luas genangan (hektar)</b>	<b>% Luas Genangan</b>
Buduran	4366.05	1906.76	43.67%
Candi	4286.8	1386.76	32.35%
Gedangan	2401.22	164.66	6.86%
Jabon	8196.06	3838.81	46.84%
Porong	3072.27	414.61	13.50%
Sedati	7925.97	5380.63	67.89%
Sidoarjo	6204.98	2061.54	33.22%
Tanggulangin	2979.34	773.87	25.97%
Waru	3059.64	983.16	32.13%

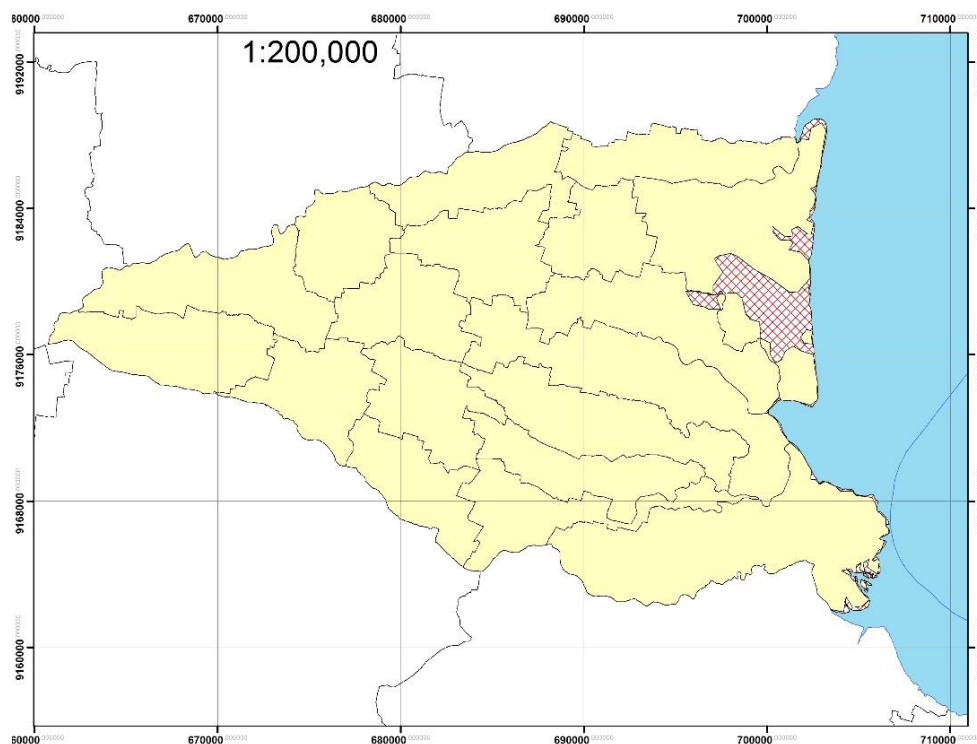
<b>Total Sidoarjo</b>	<b>71853.71</b>	<b>16910.8</b>	<b>23.54%</b>
-----------------------	-----------------	----------------	---------------

*Sumber: Hasil Perhitungan*

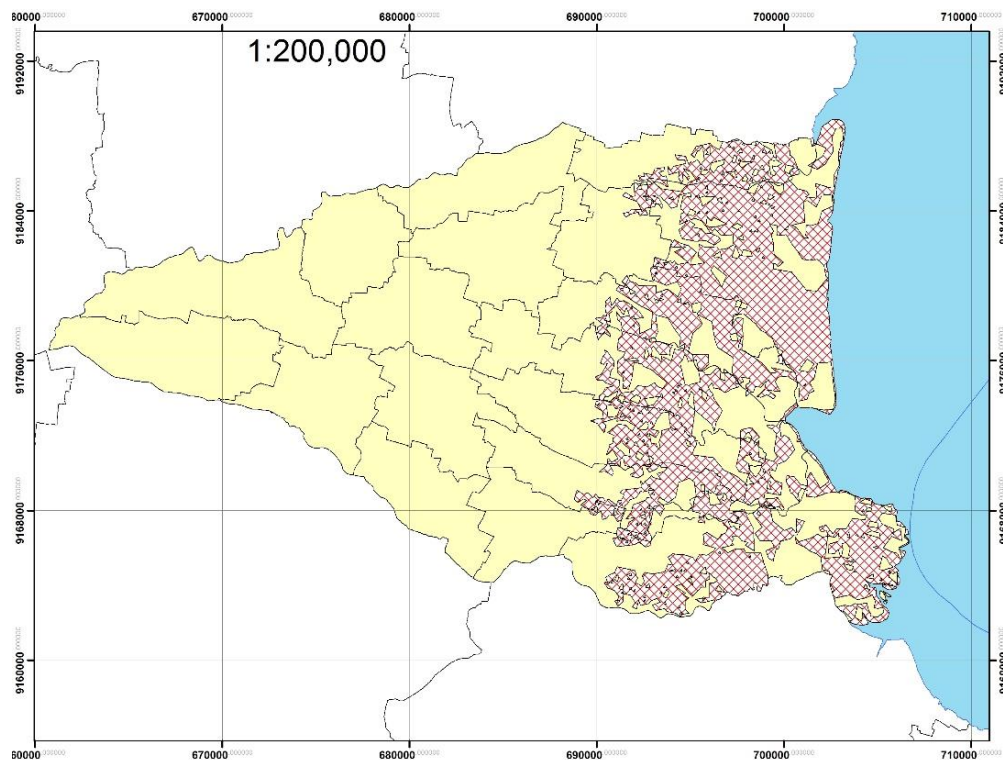
Berdasarkan tabel 4.5 dapat diketahui luas wilayah tergenang banjir rob skenario 2 di Kab Sidoarjo sebesar 2081.8 hektar atau sekitar 2.9% dari total luas wilayah Kabupaten Sidoarjo. Kecamatan yang terkena dampak antara lain Buduran, Jabon, Sedati, Sidoarjo, Waru.

Sedangkan pada tabel 4.6 dapat dilihat luas genangan banjir rob skenario 2 mencapai 16910.8 hektar atau sekitar 23.54% dari total luas wilayah Kabupaten Sidoarjo tergenang. Kecamatan yang terkena dampak antara lain Buduran, Candi, Gedangan, Jabon, Porong, Sedati, Sidoarjo, Tanggulangin, Waru.

### Skenario 3



**Gambar 4.7** Peta Genangan Banjir Skenario 3 pasang rata-rata (158 cm)



**Gambar 4.8** Peta Genangan Banjir Skenario 3 pasang tertinggi (290 cm)

Gambar diatas menunjukkan wilayah tergenang banjir di Kabupaten Sidoarjo skenario 1 dengan pasang air laut rata-rata setinggi 158 cm dan pasang tertinggi setinggi 290 cm. Berdasarkan gambar 4.7 dan gambar 4.8 diatas, genangan banjir skenario 3 dengan kondisi pasang tertinggi luas wilayah yang tergenang mencapai hingga 24.66% dari total wilayah kabupaten Sidoarjo. Sedangkan untuk skenario 1 dengan kondisi pasang rata-rata, luas wilayah yang tergenang shanya sebesar 3.00% dari luas wilayah total kabupaten Sidoarjo. Untuk mengetahui kelurahan dan luas wilayah yang tergenang dapat di lihat pada tabel 4.7 dan tabel 4.8 berikut:

**Tabel 4.7** Luas genangan banjir rob skenario 3 pasang rata-rata (158 cm)

<b>Kecamatan</b>	<b>Luas Wilayah (hektar)</b>	<b>Luas genangan (hektar)</b>	<b>% Luas Genangan</b>
Buduran	4366.05	131.1094	3.00%
Jabon	8196.06	179.6686	2.19%
Sedati	7925.97	1836.062	23.17%
Sidoarjo	6204.98	7.471964	0.12%

<b>Kecamatan</b>	<b>Luas Wilayah (hektar)</b>	<b>Luas genangan (hektar)</b>	<b>% Luas Genangan</b>
Waru	3059.64	0.632984	0.02%
<b>Total Sidoarjo</b>	<b>71853.71</b>	<b>2154.94</b>	<b>3.00%</b>

Sumber: Hasil Perhitungan

**Tabel 4.8** Luas Genangan Banjir Rob Skenario 3 pasang tertinggi (282 cm)

<b>Kecamatan</b>	<b>Luas Wilayah (hektar)</b>	<b>Luas genangan (hektar)</b>	<b>% Luas Genangan</b>
Buduran	4366.05	2022.16	46.32%
Candi	4286.8	1480.39	34.53%
Gedangan	2401.22	171.59	7.15%
Jabon	8196.06	3984.24	48.61%
Porong	3072.27	455.00	14.81%
Sedati	7925.97	5507.48	69.49%
Sidoarjo	6204.98	2151.22	34.67%
Tanggulangun	2979.34	883.21	29.64%
Waru	3059.64	1065.79	34.83%
<b>Total Sidoarjo</b>	<b>71853.71</b>	<b>17721.1</b>	<b>24.66%</b>

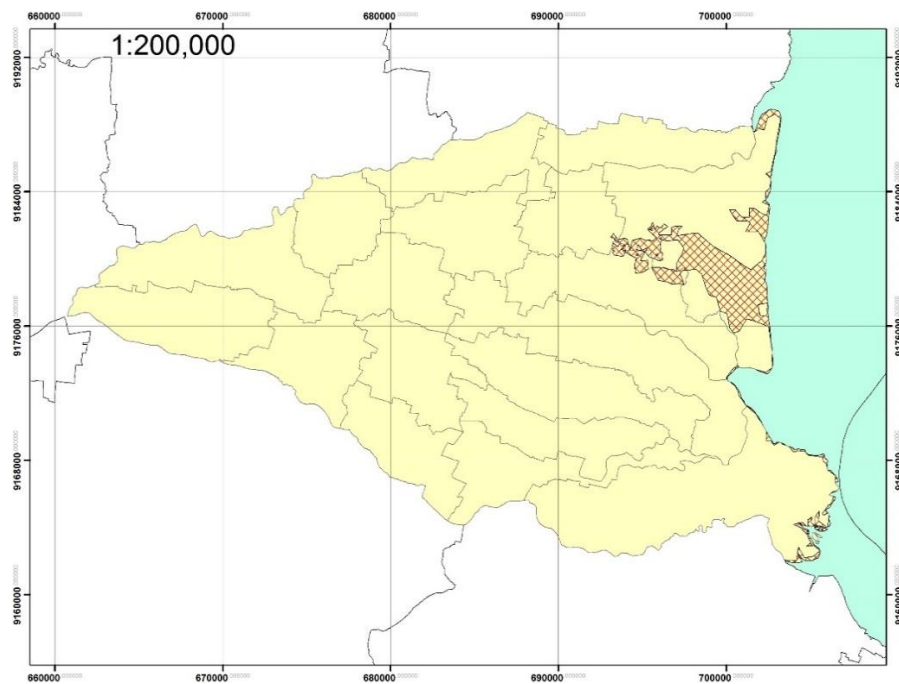
Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel 4.7 dapat diketahui luas wilayah tergenang banjir rob skenario 3 di Kab Sidoarjo sebesar 2154.94 hektar atau sekitar 3.00% dari total luas wilayah Kabupaten Sidoarjo. Kecamatan yang terkena dampak antara lain Buduran, Jabon, Sedati, Sidoarjo, Waru.

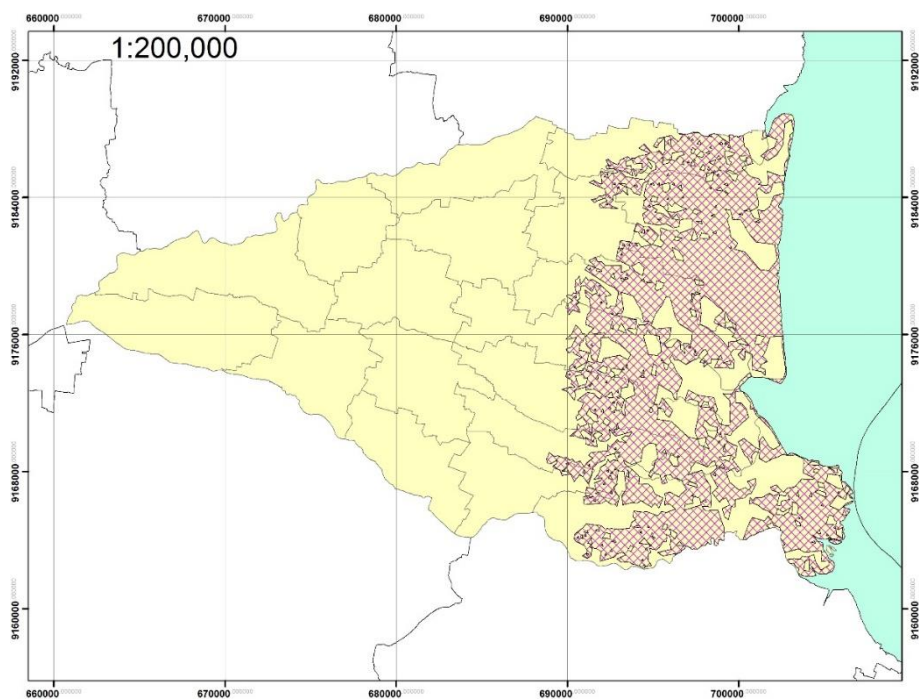
Sedangkan pada tabel 4.8 dapat dilihat luas genangan banjir rob skenario 3 mencapai 17721.1 hektar atau sekitar 24.66% luas wilayah Kabupaten Sidoarjo tergenang. Kecamatan yang terkena dampak antara lain Buduran, Candi, Gedangan, Jabon, Porong, Sedati, Sidoarjo, Tanggulangin, Waru.



#### Skenario 4



**Gambar 4.9** Peta Genangan Banjir Skenario 4 pasang rata-rata (168 cm)



**Gambar 4.10** Peta Genangan Banjir Skenario 4 pasang tertinggi (300 cm)

Gambar diatas menunjukkan wilayah tergenang banjir di Kabupaten Sidoarjo skenario 4 dengan pasang air laut rata-rata setinggi 168 cm dan pasang tertinggi



setinggi 300 cm. Berdasarkan gambar 4.9 dan gambar 4.10 diatas, genangan banjir skenario 4 dengan kondisi pasang tertinggi luas wilayah yang tergenang mencapai hingga 26.91% dari total wilayah kabupaten Sidoarjo. Sedangkan untuk skenario 1 dengan kondisi pasang rata-rata, luas wilayah yang tergenang shanya sebesar 3.73% dari luas wilayah total kabupaten Sidoarjo. Untuk mengetahui kelurahan dan luas wilayah yang tergenang dapat di lihat pada tabel 4.9 dan tabel 4.10 berikut:

**Tabel 4.9** Luas genangan banjir rob skenario 4 pasang rata-rata (168cm)

<b>Kecamatan</b>	<b>Luas Wilayah (hektar)</b>	<b>Luas genangan (hektar)</b>	<b>% Luas Genangan</b>
Buduran	4366.05	294.8953	6.75%
Gedangan	2401.22	8.423119	0.35%
Jabon	8196.06	193.4646	2.36%
Sedati	7925.97	2176.13	27.46%
Sidoarjo	6204.98	7.378678	0.12%
Waru	3059.64	0.527957	0.02%
<b>Total Sidoarjo</b>	<b>71853.71</b>	<b>2680.82</b>	<b>3.73%</b>

*Sumber: Hasil Perhitungan*

**Tabel 4.10** Luas Genangan Banjir Rob Skenario 4 pasang tertinggi (300 cm)

<b>Kecamatan</b>	<b>Luas Wilayah (hektar)</b>	<b>Luas genangan (hektar)</b>	<b>% Luas Genangan</b>
Buduran	4366.05	2171.486	49.74%
Candi	4286.8	1600.312	37.33%
Gedangan	2401.22	203.638	8.48%
Jabon	8196.06	4560.718	55.65%
Porong	3072.27	538.098	17.51%
Sedati	7925.97	5748.747	72.53%
Sidoarjo	6204.98	2401.271	38.70%
Tanggulagin	2979.34	973.8873	32.69%
Waru	3059.64	1135.052	37.10%
<b>Total Sidoarjo</b>	<b>71853.71</b>	<b>19333.2</b>	<b>26.91%</b>

*Sumber: Hasil Perhitungan*

Berdasarkan tabel 4.9 dapat diketahui luas wilayah tergenang banjir rob skenario 4 di Kab Sidoarjo sebesar 2680.82 hektar atau sekitar 3.73% dari total luas wilayah Kabupaten Sidoarjo. Kecamatan yang terkena dampak antara lain Buduran, Gedangan, Jabon, Sedati, Sidoarjo, Waru. Sedangkan pada tabel 4.10 dapat dilihat luas genangan banjir rob skenario 4 mencapai 19333.2 hektar atau sekitar 26.91% luas wilayah Kabupaten Sidoarjo tergenang. Kecamatan yang terkena dampak antara lain Buduran, Candi, Gedangan, Jabon, Porong, Sedati, Sidoarjo, Tanggulangin, Waru.

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah diperoleh dapat disimpulkan bahwa yang menimbulkan dampak lebih besar pada luas area tergenang adalah pada saat pasang tertinggi air laut daripada pada saat pasang rata-rata air laut. Rekap data kenaikan muka air laut dengan beberapa skenario dan kondisi dapat dilihat pada tabel 4.11 dibawah berikut.

**Tabel 4.11** Rekap kenaikan muka air laut di Kabupaten Sidoarjo

Kondisi pasang rata-rata				
	Tahun	kenaikan muka air laut (cm)	luas tergenang	%tergenang
skenario 1	2023	150	2061.14	2.9%
skenario 2	2033	152	2081.80	2.9%
skenario 3	2063	158	2154.94	3.0%
skenario 4	2113	168	2680.82	3.7%
Kondisi pasang Tertinggi				
	Tahun	kenaikan muka air laut (cm)	luas tergenang	%tergenang
skenario 1	2023	282	16717.24	23.3%
skenario 2	2033	284	16910.80	23.5%
skenario 3	2063	290	17721.09	24.7%
skenario 4	2113	300	19333.21	26.9%

*Sumber: Hasil Perhitungan*

#### 4.3. Analisa Genangan Banjir Terhadap Peruntukan Lahan

Langkah berikutnya setelah diketahui luas wilayah tergenang untuk tiap kecamatan, adalah melihat dampak genangan banjir terhadap peruntukan lahan di

wilayah Kabupaten Sidoarjo dengan 4 skenario yaitu skenario 1 kenaikan muka air laut selama 10 tahun hingga 2023 dengan tinggi genangan pada saat pasang rata-rata setinggi 150 cm dan tinggi genangan pada saat pasang tertinggi setinggi 282 cm, skenario 2 dengan kenaikan muka air laut selama 20 tahun hingga tahun 2033 dengan tinggi genangan pada saat pasang rata-rata setinggi 152 cm dan tinggi genangan pada saat pasang tertinggi setinggi 284 cm, skenario 3 kenaikan muka air laut selama 50 tahun hingga tahun 2063 dengan tinggi genangan pada saat pasang rata-rata setinggi 158 cm dan tinggi genangan pada saat pasang tertinggi setinggi 290 cm dan skenario 4 kenaikan muka air laut selama 100 tahun hingga tahun 2113 dengan tinggi genangan pada saat pasang rata-rata setinggi 168 cm dan tinggi genangan pada saat pasang tertinggi setinggi 300 cm. Langkah ini dilakukan dengan mengoverlaykan peta genangan banjir terhadap peta peruntukan lahan eksisting Kabupaten Sidoarjo, sehingga dapat dilihat luas area tiap peruntukan lahan yang terendam banjir akibat kenaikan muka air laut tiap Skenario. Tahap ini dilakukan untuk melihat Sejauh mana kerugian yang ditimbulkan baik dari segi fisik, lingkungan dan ekonomi akibat kenaikan muka air laut.

### Skenario 1

**Tabel 4.12** Luas Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 1 pasang rata-rata (150 cm)

<b>Peruntukan lahan</b>	<b>Luas (Ha)</b>	<b>Luas genangan (hektar)</b>	<b>% Luas Genangan</b>
Pemukiman padat	15500.07	0.33748	0.0022%
Kebun	2708.48	0.37531	0.014%
Sawah	24841.86	0	0%
Sungai	958.73	8.22016	0.86%
Tambak	19708.18	2052.21	10.41%
<b>TOTAL</b>	<b>71853.7075</b>	<b>2061.14</b>	<b>2.87%</b>

*Sumber: Hasi Perhitungan*



**Gambar 4.11** Diagram Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 1 pasang rata-rata (150 cm)

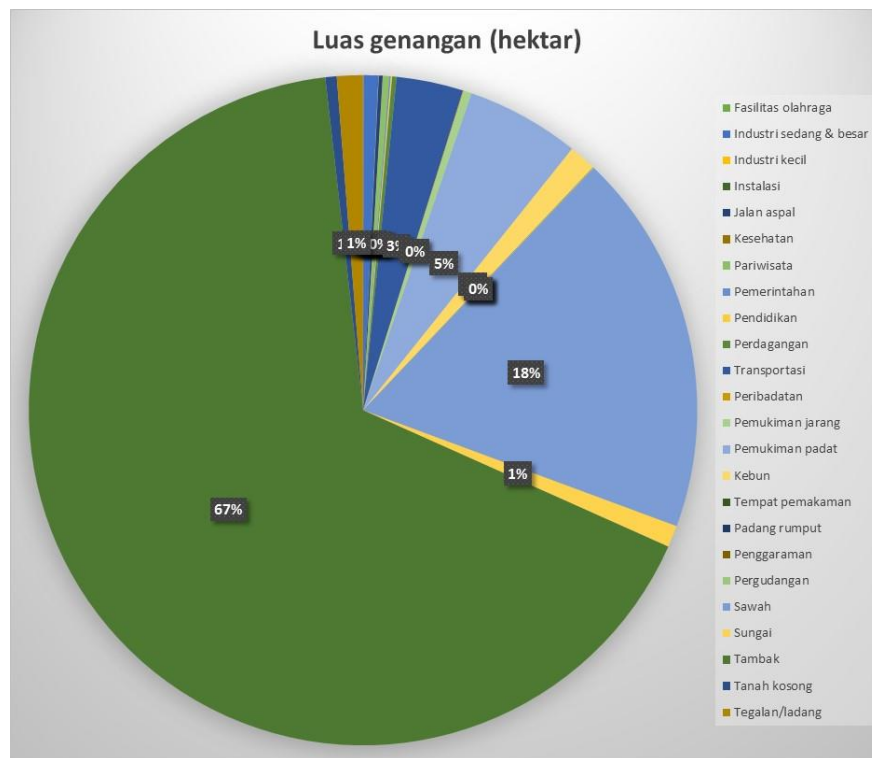
Berdasarkan tabel 4.12 diatas area peruntukan lahan yang paling besar terkena dampak di wilayah Kabupaten Sidoarjo adalah wilayah tambak dengan luas wilayah tergenang sebesar 2051.21 Ha atau 10.41% dari luas tambak semula, kemudian wilayah sungai dengan luas wilayah tergenang sebesar 8.22 Ha atau 0,86% dari total luas sungai Sidoarjo. Untuk luas peruntukan lahan tergenang pada skenario skenario 1 dengan kondisi pasang tertinggi dapat dilihat pada tabel 4.13 berikut.

**Tabel 4.13** Luas Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 1 pasang tertinggi (282 cm)

Peruntukan lahan	Luas (Ha)	Luas genangan (hektar)	% Luas Genangan
Fasilitas olahraga	65.82	3.28	4.98%
Industri sedang & besar	2097.16	120.02	5.72%
Industri kecil	24.89	1.88	7.57%
Instalasi	10.94	0.20	1.85%
Jalan aspal	301.36	31.57	10.48%
Kesehatan	27.98	2.45	8.76%

<b>Peruntukan lahan</b>	<b>Luas (Ha)</b>	<b>Luas genangan (hektar)</b>	<b>% Luas Genangan</b>
Pariwisata	661.36	49.94	7.55%
Pemerintahan	200.06	12.86	6.43%
Pendidikan	213.3	10.04	4.71%
Perdagangan	302.67	35.37	11.69%
Transportasi	652.75	541.25	82.92%
Peribadatan	81.61	5.43	6.65%
Pemukiman jarang	254.23	66.03	25.97%
Pemukiman padat	15500.07	918.19	5.92%
Kebun	2708.48	223.13	8.24%
Tempat pemakaman	9.47	0.24	2.51%
Padang rumput	51.4	1.90	3.70%
Penggaraman	6.54	1.04	15.98%
Pergudangan	183.25	4.95	2.70%
Sawah	24841.86	3089.79	12.44%
Sungai	958.73	175.69	18.33%
Tambak	19708.18	11120.00	56.42%
Tanah kosong	478.06	92.02	19.25%
Tegalan/ladang	2484.73	209.95	8.45%
<b>TOTAL</b>	<b>71853.71</b>	<b>16717.24</b>	<b>23.27%</b>

*Sumber: Hasi Perhitungan*



**Gambar 4.12** Diagram Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 1 pasang tertinggi (282 cm)

Dari hasil perhitungan tabel 4.13 diatas, area peruntukan lahan yang paling besar terkena dampak di wilayah Kabupaten Sidoarjo adalah wilayah tambak dengan luas wilayah tergenang sebesar 11,120.00 Ha atau 56.42% dari luas total tambak di sidoarjo, kemudian peruntukan lahan sawah dengan luas wilayah tergenang sebesar 3,089.79 Ha atau 12.44% dari wilayah semula, dan permukiman padat dengan luas wilayah tergenang sebesar 918.19 Ha atau 5.92 % dari wilayah semula.

Berdasarkan skenario 1 dengan kondisi pasang rata-rata dan kondisi pasang tertinggi diatas, peruntukan lahan yang paling luas terkena dampak kenaikan muka air laut yaitu wilayah tambak. Hal ini disebabkan karena peruntukan lahan tersebut yang mendominasi di wilayah pesisir Kabupaten Sidoarjo. Nantinya rencana adaptasi dan mitigasi yang akan diterapkan di wilayah pesisir Kabupaten Sidoarjo akan disesuaikan dengan peruntukan lahan yang paling besar terkena dampak kenaikan muka air laut

## Skenario 2

**Tabel 4.14** Luas Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 2 pasang rata-rata (152 cm)

Peruntukan lahan	Luas (Ha)	Luas genangan (hektar)	% Luas Genangan
Pemukiman padat	15500.07	0.337	0.0022%
Kebun	2708.48	0.375	0.014%
Sawah	24841.86	0	0.03%
Sungai	958.73	8.253	0.86%
Tambak	19708.18	2072.836	10.52%
<b>TOTAL</b>	<b>71853.7075</b>	<b>2081.8</b>	<b>2.90%</b>

*Sumber: Hasi Perhitungan*



**Gambar 4.13** Diagram Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 2 pasang rata-rata (152 cm)

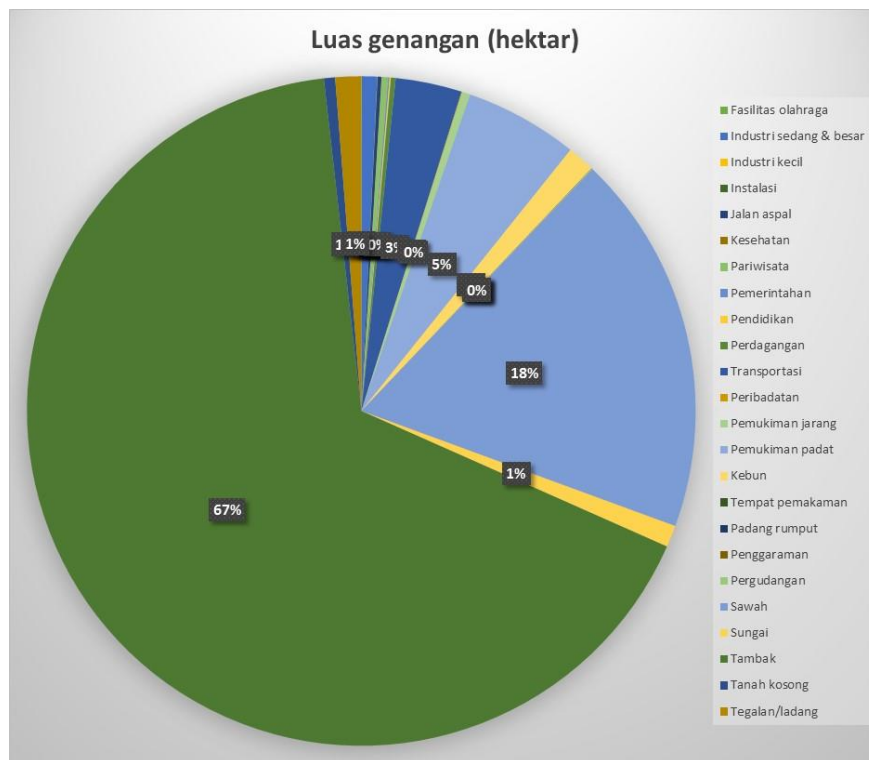
Berdasarkan tabel 4.14 diatas area peruntukan lahan yang paling besar terkena dampak di wilayah Kabupaten Sidoarjo adalah wilyah tambak dengan luas wilayah tergenang sebesar 2072.83 Ha atau 10.52% dari luas tambak semula, kemudian wilayah sungai dengan luas wilayah tergenang sebesar 8.25 Ha atau 0,86% dari total luas sungai Sidoarjo. Untuk luas peruntukan lahan tergenang pada skenario skenario 2 dengan kondisi pasang tertinggi dapat dilihat pada tabel 4.14 berikut.

**Tabel 4.15** Luas Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 1 pasang tertinggi (284 cm)

<b>Peruntukan lahan</b>	<b>Luas (Ha)</b>	<b>Luas genangan (hektar)</b>	<b>% Luas Genangan</b>
Fasilitas olahraga	65.82	3.31445	5.04%
Industri sedang & besar	2097.16	125.70718	5.99%
Industri kecil	24.89	1.695114	6.81%
Instalasi	10.94	0.202631	1.85%
Jalan aspal	301.36	32.314916	10.72%
Kesehatan	27.98	2.561103	9.15%
Pariwisata	661.36	49.935674	7.55%
Pemerintahan	200.06	12.737439	6.37%
Pendidikan	213.3	9.91507	4.65%
Perdagangan	302.67	39.096137	12.92%
Transportasi	652.75	542.606017	83.13%
Peribadatan	81.61	5.566159	6.82%
Pemukiman jarang	254.23	66.128976	26.01%
Pemukiman padat	15500.07	927.973889	5.99%
Kebun	2708.48	226.23301	8.35%
Tempat pemakaman	9.47	0.237573	2.51%
Padang rumput	51.4	1.902938	3.70%
Penggaraman	6.54	1.044819	15.98%
Pergudangan	183.25	4.948416	2.70%
Sawah	24841.86	3118.11129	12.55%
Sungai	958.73	177.870258	18.55%
Tambak	19708.18	11257.4829	57.12%
Tanah kosong	478.06	91.898804	19.22%
Tegalan/ladang	2484.73	211.311816	8.50%
<b>TOTAL</b>	<b>71853.71</b>	<b>16910.80</b>	<b>23.54%</b>

*Sumber: Hasi Perhitungan*





**Gambar 4.14** Diagram Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 2 pasang tertinggi (284 cm)

Dari hasil perhitungan tabel 4.15 diatas, area peruntukan lahan yang paling besar terkena dampak di wilayah Kabupaten Sidoarjo adalah wilayah tambak dengan luas wilayah tergenang sebesar 11,257.48 Ha atau 57.12% dari luas total tambak di sidoarjo, kemudian peruntukan lahan sawah dengan luas wilayah tergenang sebesar 3,118.11 Ha atau 12.55% dari wilayah semula, dan permukiman padat dengan luas wilayah tergenang sebesar 927.97 Ha atau 5.99 % dari wilayah semula.

Berdasarkan skenario 2 dengan kondisi pasang rata-rata dan kondisi pasang tertinggi diatas, peruntukan lahan yang paling luas terkena dampak kenaikan muka air laut yaitu wilayah tambak. Hal ini disebabkan karena peruntukan lahan tersebut yang mendominasi di wilayah pesisir Kabupaten Sidoarjo. Nantinya rencana adaptasi dan mitigasi yang akan diterapkan di wilayah pesisir Kabupaten Sidoarjo akan disesuaikan dengan peruntukan lahan yang paling besar terkena dampak kenaikan muka air laut

### Skenario 3

**Tabel 4.16** Luas Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 3 pasang rata-rata (158 cm)

Peruntukan lahan	Luas (Ha)	Luas genangan (hektar)	% Luas Genangan
Pemukiman padat	15500.07	0.268463	0.0017%
Kebun	2708.48	0.370114	0.014%
Sawah	24841.86	0	0.00%
Sungai	958.73	9.613475	1.00%
Tambak	19708.18	2144.688	10.88%
<b>TOTAL</b>	<b>71853.7075</b>	<b>2154.94</b>	<b>3.00%</b>

*Sumber: Hasi Perhitungan*



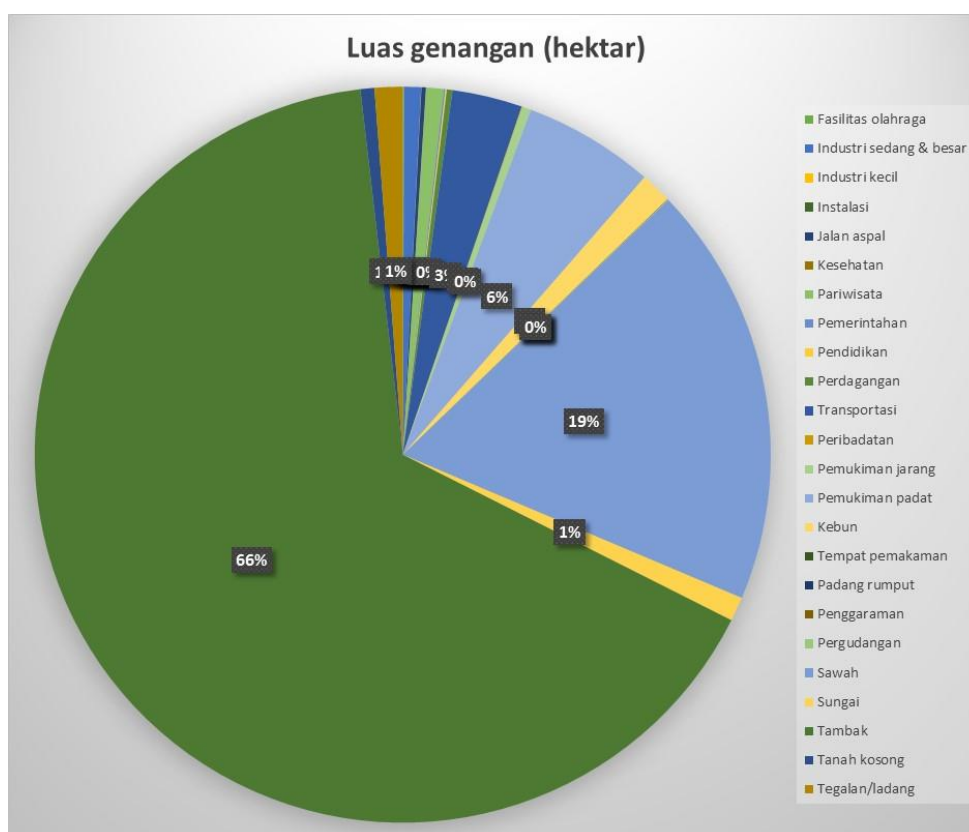
**Gambar 4.15** Diagram Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 3 pasang rata-rata (158 cm)

Berdasarkan tabel 4.16 diatas area peruntukan lahan yang paling besar terkena dampak di wilayah Kabupaten Sidoarjo adalah wilyah tambak dengan luas wilayah tergenang sebesar 2144.69 Ha atau 10.88% dari luas tambak semula, kemudian wilayah sungai dengan luas wilayah tergenang sebesar 9.61 Ha atau 1,00% dari total luas sungai Sidoarjo. Untuk luas peruntukan lahan tergenang pada skenario skenario 1 dengan kondisi pasang tertinggi dapat dilihat pada tabel 4.17 berikut.

**Tabel 4.17** Luas Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 3 pasang tertinggi (290 cm)

<b>Peruntukan lahan</b>	<b>Luas (Ha)</b>	<b>Luas genangan (hektar)</b>	<b>% Luas Genangan</b>
Fasilitas olahraga	65.82	10.07	15.30%
Industri sedang & besar	2097.16	132.06	6.30%
Industri kecil	24.89	1.66	6.69%
Instalasi	10.94	0.20	1.85%
Jalan aspal	301.36	34.17	11.34%
Kesehatan	27.98	2.59	9.27%
Pariwisata	661.36	135.06	20.42%
Pemerintahan	200.06	12.97	6.48%
Pendidikan	213.3	10.28	4.82%
Perdagangan	302.67	43.58	14.40%
Transportasi	652.75	546.37	83.70%
Peribadatan	81.61	5.87	7.19%
Pemukiman jarang	254.23	69.28	27.25%
Pemukiman padat	15500.07	1017.72	6.57%
Kebun	2708.48	244.26	9.02%
Tempat pemakaman	9.47	0.08	0.81%
Padang rumput	51.4	2.00	3.90%
Penggaraman	6.54	1.04	15.98%
Pergudangan	183.25	5.29	2.89%
Sawah	24841.86	3283.23	13.22%
Sungai	958.73	188.67	19.68%
Tambak	19708.18	11648.28	59.10%
Tanah kosong	478.06	108.69	22.74%
Tegalan/ladang	2484.73	217.64	8.76%
<b>TOTAL</b>	<b>71853.71</b>	<b>17721.09</b>	<b>24.66%</b>

*Sumber: Hasi Perhitungan*



**Gambar 4.16** Diagram Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 3 pasang tertinggi (290 cm)

Dari hasil perhitungan tabel 4.17 diatas, area peruntukan lahan yang paling besar terkena dampak di wilayah Kabupaten Sidoarjo adalah wilayah tambak dengan luas wilayah tergenang sebesar 11,648.28 Ha atau 59.1% dari luas total tambak di sidoarjo, kemudian peruntukan lahan sawah dengan luas wilayah tergenang sebesar 3,283.23 Ha atau 13.22% dari wilayah semula, dan permukiman padat dengan luas wilayah tergenang sebesar 1,017.72 Ha atau 6.57 % dari wilayah semula.

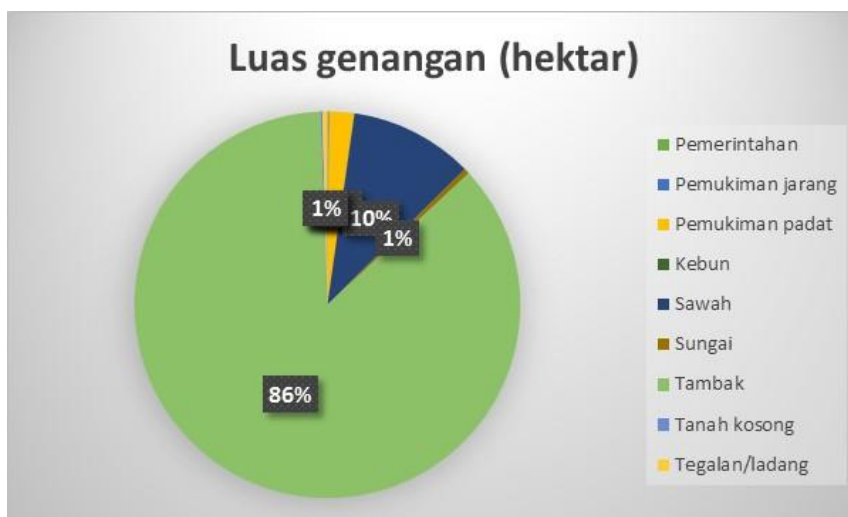
Berdasarkan skenario 3 dengan kondisi pasang rata-rata dan kondisi pasang tertinggi diatas, peruntukan lahan yang paling luas terkena dampak kenaikan muka air laut yaitu wilayah tambak. Hal ini disebabkan karena peruntukan lahan tersebut yang mendominasi di wilayah pesisir Kabupaten Sidoarjo. Nantinya rencana adaptasi dan mitigasi yang akan diterapkan di wilayah pesisir Kabupaten Sidoarjo akan disesuaikan dengan peruntukan lahan yang paling besar terkena dampak kenaikan muka air laut

#### Skenario 4

**Tabel 4.18** Luas Genangan Banjir Terhadap Peruntukan Lahan Skenario 4 pasang rata-rata (168cm)

Peruntukan lahan	Luas (Ha)	Luas genangan (hektar)	% Luas Genangan
Pemerintahan	200.06	0.0001	0.00004%
Pemukiman jarang	254.23	3.99	1.57%
Pemukiman padat	15500.07	55.61	0.36%
Kebun	2708.48	0.62	0.02%
Sawah	24841.86	278.28	1.12%
Sungai	958.73	12.36	1.29%
Tambak	19708.18	2313.74	11.74%
Tanah kosong	478.06	5.01	1.05%
Tegalan/ladang	2484.73	11.21	0.45%
<b>TOTAL</b>	<b>71853.71</b>	<b>2680.82</b>	<b>3.73%</b>

*Sumber: Hasil Perhitungan*



**Gambar 4.17** Diagram Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 4 pasang rata-rata (168 cm)

Berdasarkan tabel 4.18 diatas area peruntukan lahan yang paling besar terkena dampak di wilayah Kabupaten Sidoarjo adalah wilyah tambak dengan luas wilayah tergenang sebesar 2313.74 Ha atau 11.74% dari luas semula, kemudian

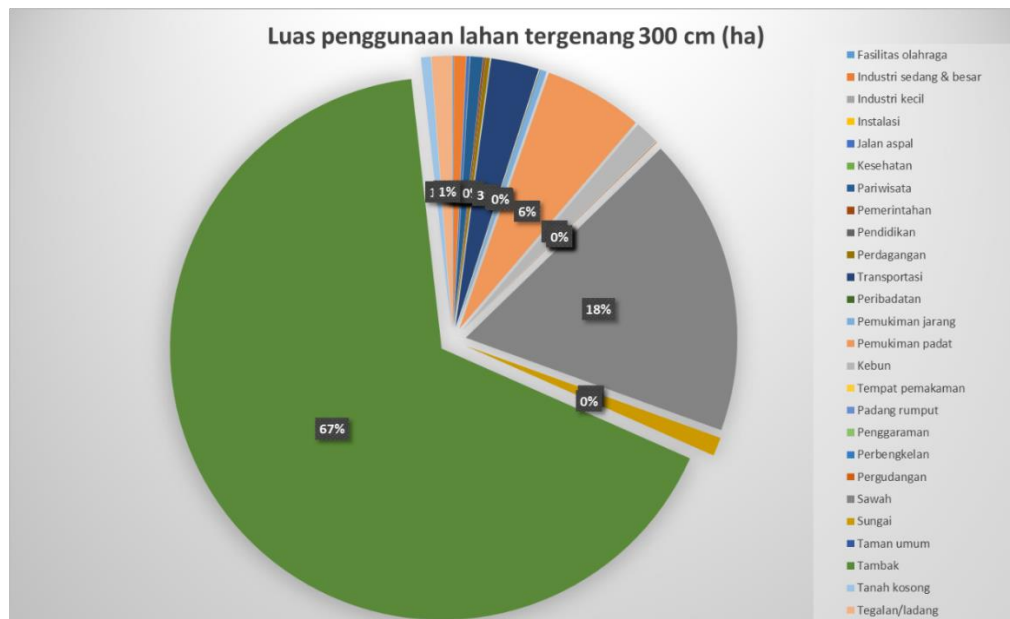
wilayah sawah dengan luas wilayah tergenang sebesar 278.28 atau 1.12% dari wilayah semula, dan permukiman padat dengan luas wilayah tergenang sebesar 55.61 Ha atau 1.57 % dari wilayah semula. Untuk luas peruntukan lahan tergenang pada skenario 4 dapat dilihat pada tabel 4.19 berikut.

**Tabel 4.19** Luas Genangan Banjir Terhadap Peruntukan Lahan Skenario 4 pasang tertinggi (300 cm)

<b>Peruntukan lahan</b>	<b>Luas (Ha)</b>	<b>Luas genangan (hektar)</b>	<b>% Luas Genangan</b>
Fasilitas olahraga	65.81538	10.48	15.93%
Industri sedang & besar	2097.157	139.46	6.65%
Industri kecil	24.88781	2.32	9.32%
Instalasi	10.94218	0.20	1.85%
Jalan aspal	301.357	35.19	11.68%
Kesehatan	27.97552	3.43	12.27%
Pariwisata	661.3615	140.97	21.32%
Pemerintahan	200.0635	18.09	9.04%
Pendidikan	213.3032	10.84	5.08%
Perdagangan	302.6712	46.11	15.23%
Transportasi	652.7488	551.71	84.52%
Peribadatan	81.60723	6.74	8.25%
Pemukiman jarang	254.2269	70.66	27.80%
Pemukiman padat	15500.07	1140.55	7.36%
Kebun	2708.48	275.11	10.16%
Tempat pemakaman	9.47382	0.07	0.75%
Padang rumput	51.39605	2.28	4.44%
Penggaraman	6.543542	1.04	15.97%
Pergudangan	183.2481	6.19	3.38%
Sawah	24841.86	3440.43	13.85%
Sungai	958.7254	213.14	22.23%
Tambak	19708.18	12872.46	65.32%
Tanah kosong	478.0627	110.30	23.07%

Peruntukan lahan	Luas (Ha)	Luas genangan (hektar)	% Luas Genangan
Tegalan/lading	2484.73	235.14	9.46%
<b>TOTAL</b>	<b>71853.71</b>	<b>19332.93</b>	<b>26.91%</b>

*Sumber: Hasil Perhitungan*



**Gambar 4.18** Diagram Genangan Banjir terhadap peruntukan lahan Skenario 4 pasang tertinggi (300 cm)

Dari hasil perhitungan tabel 4.19 diatas, area peruntukan lahan yang paling besar terkena dampak di wilayah Kabupaten Sidoarjo adalah wilayah tambak dengan luas wilayah tergenang sebesar 12,872.46 Ha atau 65.32% dari luas semula, kemudian peruntukan lahan sawah dengan luas wilayah tergenang sebesar 3,440.43 Ha atau 13.85% dari wilayah semula, dan permukiman padat dengan luas wilayah tergenang sebesar 1,140.55 Ha atau 7.36 % dari wilayah semula.

Berdasarkan skenario 4 diatas, 3 besar peruntukan lahan yang tergenang banjir tetap, yaitu wilayah tambak, sawah dan permukiman padat. Hal ini disebabkan karena ketiga peruntukan lahan tersebut yang mendominasi di wilayah pesisir Kabupaten Sidoarjo. Nantinya rencana adaptasi dan mitigasi yang akan

diterapkan di wilayah pesisir Kabupaten Sidoarjo akan disesuaikan dengan peruntukan lahan yang paling besar terkena dampak kenaikan muka air laut

#### **4.4. Analisa Kerugian Ekonomi**

Aspek ini merupakan penilaian terhadap kerentanan kondisi ekonomi dalam konteks wilayah dimana dampak dilihat dari satu kesatuan ruang ekonomi sehingga jika terjadi bencana maka akan mengganggu perekonomian wilayah. Pada penilaian kerentanan ekonomi wilayah ini didasarkan pada analisis keberadaan lokasi usaha/produksi serta lokasi kawasan perdagangan dan jasa. Hal ini dikarenakan kedua sektor tersebut sangat berperan dalam perkembangan ekonomi wilayah.

Berdasarkan persentase pada masing-masing desa, diketahui bahwa sebagian besar yang terkena dampak adalah tambak dan pemukiman sehingga perhitungan kerugian ekonomi difokuskan pada kedua lahan tersebut.

Selanjutnya nilai kerugian ekonominya akan disesuaikan dengan nilai mata uang dimasa mendatang sesuai tahun proyeksi kenaikan muka air laut. Perhitungan dilakukan menggunakan *future value* atau nilai dimasa mendatang. *Future value* diperoleh dengan mengalikan nilai sekarang (*present value*) dengan suku bunga kemudian dipangkat tahun proyeksi. Nilai suku bunga bisa diisi dengan nilai inflasi yang terjadi dalam kurun 5-10 tahun terakhir. Berikut tabel nilai inflasi yang diperoleh dari data Bank Indonesia:



**Tabel 4.20** Laporan Inflasi (Indeks Harga Konsumen) Berdasarkan perhitungan inflasi tahunan 2006-2016

	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Januari	17.03%	6.26%	7.36%	9.17%	3.72%	7.02%	3.65%	4.57%	8.22%	6.96%	4.14%
Februari	17.92%	6.30%	7.40%	8.60%	3.81%	6.84%	3.56%	5.31%	7.75%	6.29%	4.42%
Maret	15.74%	6.52%	8.17%	7.92%	3.43%	6.65%	3.97%	5.90%	7.32%	6.38%	4.45%
April	15.40%	6.29%	8.96%	7.31%	3.91%	6.16%	4.50%	5.57%	7.25%	6.79%	3.60%
Mei	15.60%	6.01%	10.38%	6.04%	4.16%	5.98%	4.45%	5.47%	7.32%	7.15%	3.33%
Juni	15.53%	5.77%	11.03%	3.65%	5.05%	5.54%	4.53%	5.90%	6.70%	7.26%	3.45%
Juli	15.15%	6.06%	11.90%	2.71%	6.22%	4.61%	4.56%	8.61%	4.53%	7.26%	-
Agustus	14.90%	6.51%	11.85%	2.75%	6.44%	4.79%	4.58%	8.79%	3.99%	7.18%	-
September	14.55%	6.95%	12.14%	2.83%	5.80%	4.61%	4.31%	8.40%	4.53%	6.83%	-
Oktober	6.29%	6.88%	11.77%	2.57%	5.67%	4.42%	4.61%	8.32%	4.83%	6.25%	-
November	5.27%	6.71%	11.68%	2.41%	6.33%	4.15%	4.32%	8.37%	6.23%	4.89%	-
Desember	6.60%	6.59%	11.06%	2.78%	6.96%	3.79%	4.30%	8.38%	8.36%	3.35%	-
<b>Rata-Rata Tahunan</b>	<b>0.133</b>	<b>0.064</b>	<b>0.103</b>	<b>0.049</b>	<b>0.051</b>	<b>0.054</b>	<b>0.043</b>	<b>0.070</b>	<b>0.064</b>	<b>0.064</b>	<b>0.039</b>
Average	<b>0.068</b>										

*Sumber: Bank Indonesia, 2015*

## 1. Kerugian Ekonomi Tambak

Perhitungan kerugian ekonomi akibat lahan tambak yang terendam genangan dapat dihitung melalui pendekatan.

$$T_t = A_t \times F_t$$

Dimana: pada penggunaan lahan tambak (rupiah)

$A_t$ : Satuan

$T_t$ : kerugian

Luas genangan banjir di lahan tambak (ha)

$F_t$ : biaya kerusakan pada penggunaan lahan tambak (rupiah/a) h

Satuan biaya produksi kerusakan pada lahan tambak dihitung berdasarkan nilai produksi per hektar tiap siklus budidaya tambak diperoleh dari BPS Indonesia, untuk besaran nilai produksinya tiap jenis budidaya berbeda, untuk tambak bandeng nilai produksinya berkisar antara 5,8 juta rupiah per-hektar, sedangkan untuk tambak udang nilai produksinya bisa mencapai 7,3 juta rupiah. Selengkapnya dapat dilihat pada lampiran L

### Skenario 1

➤ Skenario 1 pasang rata-rata (150 cm)

**Tabel 4.21** kerugian ekonomi tambak skenario 1 pasang rata-rata

Tambak	Produksi (Kg)	luas area tergenang (Ha)	Biaya Kerusakan	Total Biaya Kerusakan	Future Value
Bandeng	31026.4	1689.56	Rp5.800.000	Rp 9.799.468.179	Rp 18.919.734.337
Udang	6659.4	362.64	Rp7.300.000	Rp 2.647.287.373	Rp 5.111.091.019
	37685.8	2052.21	Total	Rp 12.446.755.552	Rp 24.030.825.356

Sumber: Hasil Perhitungan

Luas area tambak yang tergenang di Kabupaten Sidoarjo seluas 2,052.21 hektar. Persentase luas tambak bandeng dan tambak udang di kabupaten Sidoarjo dihitung berdasarkan asumsi jumlah produksi tambak di tahun 2013 yaitu sebesar 37,685.8 ton dengan komposisi produksi bandeng sebesar 31,026.4 atau 82.33% dari produksi tambak total dan produksi udang sebesar 6,659.4 atau 17.67%, dari produksi tambak total di Kabupaten Sidoarjo sehingga:

a) Tambak Bandeng

- Luas area tambak bandeng yang tergenang:  
$$\begin{aligned}\text{Luas area tergenang} &= \% \text{ produksi bandeng} \times \text{luas total tambak tergenang} \\ &= 82.33\% \times 2,052.21 \\ &= 1698.56 \text{ hektar}\end{aligned}$$
- Total biaya kerusakan area tambak bandeng:  
$$\begin{aligned}\text{Total biaya kerusakan} &= \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan} \\ &= 1698.56 \times \text{Rp } 5.800.000 \\ &= \text{Rp } 9.799.468.179\end{aligned}$$
- Perhitungan *future value*  
$$\begin{aligned}\text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\ &= \text{Rp } 9.799.468.179 (1 + 0.068)^{10} \\ &= \text{Rp } 18.919.734.337\end{aligned}$$

b) Tambak Udang

- Luas area tambak udang yang tergenang:  
$$\begin{aligned}\text{Luas area tergenang} &= \% \text{ produksi Udang} \times \text{luas total tambak tergenang} \\ &= 17.67\% \times 2,052.21 \\ &= 362.64 \text{ hektar}\end{aligned}$$
- Total biaya kerusakan area tambak udang:  
$$\begin{aligned}\text{Total biaya kerusakan} &= \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan} \\ &= 362.64 \times \text{Rp } 7.300.000 \\ &= \text{Rp } 2.647.287.373\end{aligned}$$
- Perhitungan *future value*  
$$\begin{aligned}\text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\ &= \text{Rp } 2.647.287.373 (1 + 0.068)^{10} \\ &= \text{Rp } 5.111.091.019\end{aligned}$$

Sehingga total kerugian ekonomi yang dihasilkan akibat genangan 150 cm Rp 12.446.750.000 dengan *future value* sebesar Rp 24.030.800.000 pada tahun 2023.

- Skenario 1 pasang tertinggi (282 cm)

**Tabel 4.22** kerugian ekonomi tambak skenario 1 pasang tertinggi

Tambak	Produksi (Kg)	luas area tergenang (Ha)	Biaya Kerusakan	Total Biaya Kerusakan	Future Value
Bandeng	31026.4	9155.01	Rp 5.800.000	Rp 53.099.032.981	Rp 102.517.767.209
Udang	6659.4	1965.00	Rp 7.300.000	Rp 14,344.492.675	Rp 27.694.767.272
	37685.8	11120.00	Total	Rp 67.443.525.656	Rp 130.212.534.482

Sumber: Hasil Perhitungan

Luas area tambak yang tergenang di Kabupaten Sidoarjo seluas 11,120.0 hektar. Persentase luas tambak bandeng dan tambak udang di kabupaten Sidoarjo dihitung berdasarkan asumsi jumlah produksi tambak di tahun 2013 yaitu sebesar 37,685.8 ton dengan komposisi produksi bandeng sebesar 31,026.4 atau 82.33% dari produksi tambak total dan produksi udang sebesar 6,659.4 atau 17.67%, dari produksi tambak total di Kabupaten Sidoarjo sehingga:

a) Tambak Bandeng

- Luas area tambak bandeng yang tergenang:  

$$\begin{aligned}\text{Luas area tergenang} &= \% \text{ produksi bandeng} \times \text{luas total tambak tergenang} \\ &= 82.33\% \times 11,120.0 \\ &= 9155.01 \text{ hektar}\end{aligned}$$
- Total biaya kerusakan area tambak bandeng:  

$$\begin{aligned}\text{Total biaya kerusakan} &= \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan} \\ &= 9155.01 \times \text{Rp } 5.800.000 \\ &= \text{Rp } 53.099.032.981\end{aligned}$$
- Perhitungan *future value*  

$$\begin{aligned}\text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\ &= \text{Rp } 53.099.032.981 (1 + 0.068)^{10} \\ &= \text{Rp } 102.517.767.209\end{aligned}$$

b) Tambak Udang

- Luas area tambak udang yang tergenang:  

$$\begin{aligned}\text{Luas area tergenang} &= \% \text{ produksi Udang} \times \text{luas total tambak tergenang} \\ &= 17.67\% \times 11,120.0\end{aligned}$$

$$= 1965.00 \text{ hektar}$$

- Total biaya kerusakan area tambak udang:

$$\begin{aligned} \text{Total biaya kerusakan} &= \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan} \\ &= 1966.00 \times \text{Rp } 7.300.000 \\ &= \text{Rp } 14.344.492.675 \end{aligned}$$

- Perhitungan *future value*

$$\begin{aligned} \text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\ &= \text{Rp } 14.344.492.675 (1 + 0.068)^{10} \\ &= \text{Rp } 27.694.767.272 \end{aligned}$$

Sehingga total kerugian ekonomi yang dihasilkan akibat genangan 282 cm Rp 67.443.500.000 dengan *future value* sebesar Rp 130.212.500.000 pada tahun 2023.

#### ➤ Kerugian Tiap Individu

Kerugian ekonomi tiap individu dihitung berdasarkan jumlah pekerja nelayan tambak di wilayah pesisir sidoarjo yang terkena dampak akibat kenaikan muka air laut. Kerugian dihitung berdasarkan total biaya kerusakan berdasarkan *future value* dibagi persentase jumlah nelayan tambak terkena dampak di kabupaten sidoarjo yang datanya diperoleh berdasarkan data BPS (2015). Jumlah pekerja nelayan tambak di wilayah Sidoarjo tahun 2013 sejumlah 12,754 orang dengan luas area tambak sebesar 19,709 hektar, sehingga diperoleh angka 0.65 nelayan tiap hektar tambak di Kabupaten Sidoarjo. Berikut perhitungan kerugian ekonomi tiap individu untuk skenario 1.

**Tabel 4.23** Kerugian Ekonomi Individu Nelayan Skenario 1

Skenario	Luas genangan (hektar)	Jumlah Nelayan / Hektar Tambak	Jumlah Nelayan Terkena Dampak	Total Biaya Kerusakan Future Value	Kerugian Tiap Individu
150	2052.21	0.65	1328.0	Rp24,030,825,356	Rp18,095,676.05
282	11120.00	0.65	7195.8	Rp130,212,534,482	Rp18,095,676.05

*Sumber: hasil Perhitungan*

Berdasarkan hasil perhitungan di atas kerugian ekonomi tiap individu akibat lahan tambak tergenang pada skenario 1 sebesar Rp. 18.095.676. Jumlah ini sama banyaknya pada kondisi pasang rata-rata maupun pasang tertinggi.

## Skenario 2

- Skenario 2 pasang rata-rata (152 cm)

**Tabel 4.24** kerugian ekonomi tambak skenario 2 pasang rata-rata

Tambak	Produksi (Kg)	luas area tergenang (Ha)	Biaya Kerusakan	Total Biaya Kerusakan	Future Value
Bandeng	31026.4	1706.55	Rp 5.800.000	Rp 9.897.980.663	Rp 36.895.351.727
Udang	6659.4	366.29	Rp 7.300.000	Rp 2.673.900.129	Rp 9.967.132.599
	37685.8	2072.84	Total	Rp 12.571.880.791	Rp 46.862.484.326

Sumber: Hasil Perhitungan

Luas area tambak yang tergenang di Kabupaten Sidoarjo seluas 2,072.84 hektar. Persentase luas tambak bandeng dan tambak udang di kabupaten Sidoarjo dihitung berdasarkan asumsi jumlah produksi tambak di tahun 2013 yaitu sebesar 37,685.8 ton dengan komposisi produksi bandeng sebesar 31,026.4 atau 82.33% dari produksi tambak total dan produksi udang sebesar 6,659.4 atau 17.67%, dari produksi tambak total di Kabupaten Sidoarjo sehingga:

### a) Tambak Bandeng

- Luas area tambak bandeng yang tergenang:

$$\begin{aligned}\text{Luas area tergenang} &= \% \text{ produksi bandeng} \times \text{luas total tambak tergenang} \\ &= 82.33\% \times 2,072.84 \\ &= 1706.55 \text{ hektar}\end{aligned}$$

- Total biaya kerusakan area tambak bandeng:

$$\begin{aligned}\text{Total biaya kerusakan} &= \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan} \\ &= 1706.55 \times \text{Rp } 5.800.000 \\ &= \text{Rp } 9.897.980.663\end{aligned}$$

- Perhitungan *future value*

$$\begin{aligned}\text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\ &= \text{Rp } 9.897.980.663 (1 + 0.068)^{20} \\ &= \text{Rp } 36.895.351.727\end{aligned}$$

### b) Tambak Udang

- Luas area tambak udang yang tergenang:

$$\text{Luas area tergenang} = \% \text{ produksi Udang} \times \text{luas total tambak tergenang}$$

$$= 17.67\% \times 2,072.84$$

$$= 366.29 \text{ hektar}$$

- Total biaya kerusakan area tambak udang:

$$\text{Total biaya kerusakan} = \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan}$$

$$= 366.29 \times \text{Rp } 7.300.000$$

$$= \text{Rp } 2.673.900.129$$

- Perhitungan *future value*

$$\text{Future Value} = \text{PV} (1 + r)^n$$

$$= \text{Rp } 2.673.900.129 (1 + 0.068)^{20}$$

$$= \text{Rp } 9.967.132.599$$

Sehingga total kerugian ekonomi yang dihasilkan akibat genangan 152 cm Rp 12.571.880.791 dengan *future value* sebesar Rp 46.862.484.326 pada tahun 2033.

- Skenario 2 pasang tertinggi (284 cm)

**Tabel 4.25** kerugian ekonomi tambak skenario 2 pasang tertinggi

Tambak	Produksi (Kg)	luas area tergenang (Ha)	Biaya Kerusakan	Total Biaya Kerusakan	Future Value
Bandeng	31026.4	9268.19	Rp 5.800.000	Rp 53.755.503.895	Rp 200.37.055.786
Udang	6659.4	1989.29	Rp 7.300.000	Rp 14.521.835.683	Rp 54.131.065.061
	37685.8	11257.48	Total	Rp 68.277.339.578	Rp 254.508.120.847

Sumber: Hasil Perhitungan

Luas area tambak yang tergenang di Kabupaten Sidoarjo seluas 11257.48 hektar. Persentase luas tambak bandeng dan tambak udang di kabupaten Sidoarjo dihitung berdasarkan asumsi jumlah produksi tambak di tahun 2013 yaitu sebesar 37,685.8 ton dengan komposisi produksi bandeng sebesar 31,026.4 atau 82.33% dari produksi tambak total dan produksi udang sebesar 6,659.4 atau 17.67%, dari produksi tambak total di Kabupaten Sidoarjo sehingga:

- a) Tambak Bandeng

- Luas area tambak bandeng yang tergenang:

$$\text{Luas area tergenang} = \% \text{ produksi bandeng} \times \text{luas total tambak tergenang}$$

$$= 82.33\% \times 11257.48$$

$$= 9268.19 \text{ hektar}$$

- Total biaya kerusakan area tambak bandeng:  

$$\begin{aligned}\text{Total biaya kerusakan} &= \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan} \\ &= 9268.19 \times \text{Rp } 5.800.000 \\ &= \text{Rp } 53.755.503.895\end{aligned}$$
- Perhitungan *future value*  

$$\begin{aligned}\text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\ &= \text{Rp } 53.755.503.895 (1 + 0.068)^{20} \\ &= \text{Rp } 200.37.055.786\end{aligned}$$

b) Tambak Udang

- Luas area tambak udang yang tergenang:  

$$\begin{aligned}\text{Luas area tergenang} &= \% \text{ produksi Udang} \times \text{luas total tambak tergenang} \\ &= 17.67\% \times 11257.48 \\ &= 1989.29 \text{ hektar}\end{aligned}$$
- Total biaya kerusakan area tambak udang:  

$$\begin{aligned}\text{Total biaya kerusakan} &= \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan} \\ &= 1989.29 \times \text{Rp } 7.300.000 \\ &= \text{Rp } 14.521.835.683\end{aligned}$$
- Perhitungan *future value*  

$$\begin{aligned}\text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\ &= \text{Rp } 14.521.835.683 (1 + 0.068)^{20} \\ &= \text{Rp } 54.131.065.061\end{aligned}$$

Sehingga total kerugian ekonomi yang dihasilkan akibat genangan 284 cm Rp 68.277.339.578 dengan *future value* sebesar Rp 254.508.120.847 pada tahun 2033.

➤ Kerugian Tiap Individu

Kerugian ekonomi tiap individu dihitung berdasarkan jumlah pekerja nelayan di wilayah pesisir sidoarjo yang terkena dampak akibat kenaikan muka air laut. Kerugian dihitung berdasarkan total biaya kerusakan berdasarkan *future value* dibagi persentase jumlah nelayan terkena dampak di kabupaten sidoarjo yang datanya diperoleh berdasarkan data BPS (2015). Berikut perhitungan kerugian ekonomi tiap individu skenario 2.



**Tabel 4.26** Kerugian Ekonomi Individu Nelayan Skenario 2

Skenario	Luas genangan (hektar)	Jumlah Nelayan / Hektar Tambak	Jumlah Nelayan Terkena Dampak	Total Biaya Kerusakan Future Value	Kerugian Tiap Individu
152	2072.84	0.65	1341.3	Rp46,862,484,326	Rp34,937,139.17
284	11257.48	0.65	7284.7	Rp254,508,120,847	Rp34,937,139.17

Sumber: hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan di atas kerugian ekonomi tiap individu akibat lahan tambak tergenang pada skenario 2 sebesar Rp. 34.937.139. Jumlah ini sama banyaknya pada kondisi pasang rata-rata maupun pasang tertinggi.

### Skenario 3

➤ Skenario 3 pasang rata-rata (158 cm)

**Tabel 4.27** kerugian ekonomi tambak skenario 3 pasang rata-rata

Tambak	Produksi (Kg)	luas area tergenang (Ha)	Biaya Kerusakan	Total Biaya Kerusakan	Future Value
Bandeng	31026.4	1765.70	Rp 5.800.000	Rp 10.241.080.078	Rp 274.731.461.592
Udang	6659.4	378.98	Rp 7.300.000	Rp 2.766.587.072	Rp 74.217.612.208
	37685.8	2144.69	Total	Rp 13.007.667.149	Rp 348.949.073.800

Sumber: Hasil Perhitungan

Luas area tambak yang tergenang di Kabupaten Sidoarjo seluas 2144.69 hektar. Persentase luas tambak bandeng dan tambak udang di kabupaten Sidoarjo dihitung berdasarkan asumsi jumlah produksi tambak di tahun 2013 yaitu sebesar 37,685.8 ton dengan komposisi produksi bandeng sebesar 31,026.4 atau 82.33% dari produksi tambak total dan produksi udang sebesar 6,659.4 atau 17.67%, dari produksi tambak total di Kabupaten Sidoarjo sehingga:

#### a) Tambak Bandeng

- Luas area tambak bandeng yang tergenang:

$$\begin{aligned}
 \text{Luas area tergenang} &= \% \text{ produksi bandeng} \times \text{luas total tambak tergenang} \\
 &= 82.33\% \times 2144.69 \\
 &= 1765.70 \text{ hektar}
 \end{aligned}$$

- Total biaya kerusakan area tambak bandeng:

$$\begin{aligned}
\text{Total biaya kerusakan} &= \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan} \\
&= 1765.70 \times \text{Rp } 5.800.000 \\
&= \text{Rp } 10.241.080.078
\end{aligned}$$

- Perhitungan *future value*

$$\begin{aligned}
\text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\
&= \text{Rp } 10.241.080.078 (1 + 0.068)^{50} \\
&= \text{Rp } 274.731.461.592
\end{aligned}$$

b) Tambak Udang

- Luas area tambak udang yang tergenang:

$$\begin{aligned}
\text{Luas area tergenang} &= \% \text{ produksi Udang} \times \text{luas total tambak tergenang} \\
&= 17.67\% \times 2144.69 \\
&= 378.98 \text{ hektar}
\end{aligned}$$

- Total biaya kerusakan area tambak udang:

$$\begin{aligned}
\text{Total biaya kerusakan} &= \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan} \\
&= 378.98 \times \text{Rp } 7.300.000 \\
&= \text{Rp } 2.766.587.072
\end{aligned}$$

- Perhitungan *future value*

$$\begin{aligned}
\text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\
&= \text{Rp } 2.766.587.072 (1 + 0.068)^{50} \\
&= \text{Rp } 74.217.612.208
\end{aligned}$$

Sehingga total kerugian ekonomi yang dihasilkan akibat genangan 158 cm Rp 13.007.667.149 dengan *future value* sebesar Rp 348.949.073.800 pada tahun 2063.

- Skenario 3 pasang tertinggi (290 cm)

**Tabel 4.28** kerugian ekonomi tambak skenario 3 pasang tertinggi

Tambak	Produksi (Kg)	luas area tergenang (Ha)	Biaya Kerusakan	Total Biaya Kerusakan	Future Value
Bandeng	31026.4	9589.93	Rp 5.800.000	Rp 55.621.619.430	Rp 1.492.128.631.590
Udang	6659.4	2058.35	Rp 7.300.000	Rp 15.025.959.376	Rp 403.092.618.162
	37685.8	11648.28	Total	Rp 70.647.578.806	Rp 1.895.221.249.752

Sumber: Hasil Perhitungan

Luas area tambak yang tergenang di Kabupaten Sidoarjo seluas 11648.28 hektar. Persentase luas tambak bandeng dan tambak udang di kabupaten Sidoarjo dihitung berdasarkan asumsi jumlah produksi tambak di tahun 2013 yaitu sebesar 37,685.8 ton dengan komposisi produksi bandeng sebesar 31,026.4 atau 82.33% dari produksi tambak total dan produksi udang sebesar 6,659.4 atau 17.67%, dari produksi tambak total di Kabupaten Sidoarjo sehingga:

a) Tambak Bandeng

- Luas area tambak bandeng yang tergenang:  

$$\begin{aligned}\text{Luas area tergenang} &= \% \text{ produksi bandeng} \times \text{luas total tambak tergenang} \\ &= 82.33\% \times 11648.28 \\ &= 9589.93 \text{ hektar}\end{aligned}$$
- Total biaya kerusakan area tambak bandeng:  

$$\begin{aligned}\text{Total biaya kerusakan} &= \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan} \\ &= 9589.93 \times \text{Rp } 5.800.000 \\ &= \text{Rp } 55.621.619.430\end{aligned}$$
- Perhitungan *future value*  

$$\begin{aligned}\text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\ &= \text{Rp } 55.621.619.430 (1 + 0.068)^{50} \\ &= \text{Rp } 1.492.128.631.590\end{aligned}$$

b) Tambak Udang

- Luas area tambak udang yang tergenang:  

$$\begin{aligned}\text{Luas area tergenang} &= \% \text{ produksi Udang} \times \text{luas total tambak tergenang} \\ &= 17.67\% \times 11648.28 \\ &= 2058.35 \text{ hektar}\end{aligned}$$
- Total biaya kerusakan area tambak udang:  

$$\begin{aligned}\text{Total biaya kerusakan} &= \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan} \\ &= 2058.35 \times \text{Rp } 7.300.000 \\ &= \text{Rp } 15.025.959.376\end{aligned}$$
- Perhitungan *future value*  

$$\begin{aligned}\text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\ &= \text{Rp } 15.025.959.376 (1 + 0.068)^{50}\end{aligned}$$

= Rp 403.092.618.162

Sehingga total kerugian ekonomi yang dihasilkan akibat genangan 290 cm Rp 70.647.578.806 dengan *future value* sebesar Rp 1.895.221.249.752 pada tahun 2063

➤ Kerugian Tiap Individu

Kerugian ekonomi tiap individu dihitung berdasarkan jumlah pekerja nelayan di wilayah pesisir sidoarjo yang terkena dampak akibat kenaikan muka air laut. Kerugian dihitung berdasarkan total biaya kerusakan berdasarkan *future value* dibagi persentase jumlah nelayan terkena dampak di kabupaten sidoarjo yang datanya diperoleh berdasarkan data BPS (2015). Berikut perhitungan kerugian ekonomi tiap individu skenario 3.

**Tabel 4.29** Kerugian Ekonomi Individu Nelayan Skenario 3

Skenario	Luas genangan (hektar)	Jumlah Nelayan / Hektar Tambak	Jumlah Nelayan Terkena Dampak	Total Biaya Kerusakan Future Value	Kerugian Tiap Individu
158	2144.69	0.65	1387.8	Rp348,949,073,800	Rp251,434,530.39
290	11648.28	0.65	7537.6	Rp1,895,221,249,752	Rp251,434,530.39

*Sumber: hasil Perhitungan*

Berdasarkan hasil perhitungan di atas kerugian ekonomi tiap individu akibat lahan tambak tergenang pada skenario 3 sebesar Rp. 215.434.530. Jumlah ini sama banyaknya pada kondisi pasang rata-rata maupun pasang tertinggi.

#### Skenario 4

➤ Skenario 4 pasang rata-rata (168 cm)

**Tabel 4.30** kerugian ekonomi tambak skenario 4 pasang rata-rata

Tambak	Produksi (Kg)	luas area tergenang (Ha)	Biaya Kerusakan	Total Biaya Kerusakan	Future Value
Bandeng	31026.4	1904.89	Rp 5.800.000	Rp 11.048.366.531	Rp 7.951.029.097.954
Udang	6659.4	408.86	Rp 7.300.000	Rp 2.984.672.298	Rp 2.147.938.903.070
	37685.8	2313.75	Total	Rp 14.033.038.828	Rp 10.098.968.001.024

*Sumber: Hasil Perhitungan*

Luas area tambak yang tergenang di Kabupaten Sidoarjo seluas 2313.75 hektar. Persentase luas tambak bandeng dan tambak udang di kabupaten Sidoarjo dihitung berdasarkan asumsi jumlah produksi tambak di tahun 2013 yaitu sebesar 37,685.8 ton dengan komposisi produksi bandeng sebesar 31,026.4 atau 82.33% dari produksi tambak total dan produksi udang sebesar 6,659.4 atau 17.67%, dari produksi tambak total di Kabupaten Sidoarjo sehingga:

a) Tambak Bandeng

- Luas area tambak bandeng yang tergenang:  

$$\begin{aligned}\text{Luas area tergenang} &= \% \text{ produksi bandeng} \times \text{luas total tambak tergenang} \\ &= 82.33\% \times 2313.75 \\ &= 1904.89 \text{ hektar}\end{aligned}$$
- Total biaya kerusakan area tambak bandeng:  

$$\begin{aligned}\text{Total biaya kerusakan} &= \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan} \\ &= 1904.89 \times \text{Rp } 5.800.000 \\ &= \text{Rp } 11.048.366.531\end{aligned}$$
- Perhitungan *future value*  

$$\begin{aligned}\text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\ &= \text{Rp } 11.048.366.531 (1 + 0.068)^{100} \\ &= \text{Rp } 7.951.029.097.954\end{aligned}$$

b) Tambak Udang

- Luas area tambak udang yang tergenang:  

$$\begin{aligned}\text{Luas area tergenang} &= \% \text{ produksi Udang} \times \text{luas total tambak tergenang} \\ &= 17.67\% \times 2313.75 \\ &= 408.86 \text{ hektar}\end{aligned}$$
- Total biaya kerusakan area tambak udang:  

$$\begin{aligned}\text{Total biaya kerusakan} &= \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan} \\ &= 408.86 \times \text{Rp } 7.300.000 \\ &= \text{Rp } 2.984.672.298\end{aligned}$$
- Perhitungan *future value*  

$$\begin{aligned}\text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\ &= \text{Rp } 2.984.672.298 (1 + 0.068)^{100}\end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 2.147.938.903.070$$

Sehingga total kerugian ekonomi yang dihasilkan akibat genangan 168 cm Rp 14.033.038.828 dengan *future value* sebesar Rp 10.098.968.001.024 pada tahun 2113

➤ Skenario 4 pasang tertinggi

**Tabel 4.31** kerugian ekonomi tambak skenario 4 pasang tertinggi

<b>Tambak</b>	<b>Produksi (Kg)</b>	<b>luas area tergenang (Ha)</b>	<b>Biaya Kerusakan</b>	<b>Total Biaya Kerusakan</b>	<b>Future Value</b>
Bandeng	31026.4	10597.82	Rp 5.800.000	Rp 61.467.357.392	Rp 44.235.385.008.498
Udang	6659.4	2274.68	Rp 7.300.000	Rp 16.605.162.248	Rp 11.950.013.411.031
	37685.8	12872.5	Total	Rp 78.072.519.640	Rp 56.185.398.419.529

Sumber: *Hasil Perhitungan*

Luas area tambak yang tergenang di Kabupaten Sidoarjo seluas 12872.5 hektar. Persentase luas tambak bandeng dan tambak udang di kabupaten Sidoarjo dihitung berdasarkan asumsi jumlah produksi tambak di tahun 2013 yaitu sebesar 37,685.8 ton dengan komposisi produksi bandeng sebesar 31,026.4 atau 82.33% dari produksi tambak total dan produksi udang sebesar 6,659.4 atau 17.67%, dari produksi tambak total di Kabupaten Sidoarjo sehingga:

a) Tambak Bandeng

- Luas area tambak bandeng yang tergenang:

$$\begin{aligned} \text{Luas area tergenang} &= \% \text{ produksi bandeng} \times \text{luas total tambak tergenang} \\ &= 82.33\% \times 12872.5 \\ &= 10597.82 \text{ hektar} \end{aligned}$$

- Total biaya kerusakan area tambak bandeng:

$$\begin{aligned} \text{Total biaya kerusakan} &= \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan} \\ &= 10597.82 \times \text{Rp } 5.800.000 \\ &= \text{Rp } 61.467.357.392 \end{aligned}$$

- Perhitungan *future value*

$$\begin{aligned} \text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\ &= \text{Rp } 61.467.357.392 (1 + 0.068)^{100} \\ &= \text{Rp } 44.235.385.008.498 \end{aligned}$$

b) Tambak Udang

- Luas area tambak udang yang tergenang:

$$\begin{aligned}\text{Luas area tergenang} &= \% \text{ produksi Udang} \times \text{luas total tambak tergenang} \\ &= 17.67\% \times 12872.5 \\ &= 2274.68 \text{ hektar}\end{aligned}$$

- Total biaya kerusakan area tambak udang:

$$\begin{aligned}\text{Total biaya kerusakan} &= \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan} \\ &= 2274.68 \times \text{Rp } 7.300.000 \\ &= \text{Rp } 16.605.162.248\end{aligned}$$

- Perhitungan *future value*

$$\begin{aligned}\text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\ &= \text{Rp } 16.605.162.248 (1 + 0.068)^{100} \\ &= \text{Rp } 11.950.013.411.031\end{aligned}$$

Sehingga total kerugian ekonomi yang dihasilkan akibat genangan 300 cm Rp 78.072.519.640 dengan *future value* sebesar Rp 56.185.398.419.529 pada tahun 2113

➤ Kerugian Tiap Individu

Kerugian ekonomi tiap individu dihitung berdasarkan jumlah pekerja nelayan di wilayah pesisir sidoarjo yang terkena dampak akibat kenaikan muka air laut. Kerugian dihitung berdasarkan total biaya kerusakan berdasarkan *future value* dibagi persentase jumlah nelayan terkena dampak di kabupaten sidoarjo yang datanya diperoleh berdasarkan data BPS (2015). Berikut perhitungan kerugian ekonomi tiap individu skenario 4.

**Tabel 4.32** Kerugian Ekonomi Individu Nelayan Skenario 4

Skenario	Luas genangan (hektar)	Jumlah Nelayan / Hektar Tambak	Jumlah Nelayan Terkena Dampak	Total Biaya Kerusakan Future Value	Kerugian Tiap Individu
168	2313.74	0.65	1497.2	Rp10,098,968,001,024	Rp6,745,116,145.52
300	12872.46	0.65	8329.8	Rp56,185,398,419,529	Rp6,745,107,952.95

*Sumber: hasil Perhitungan*

Berdasarkan hasil perhitungan di atas kerugian ekonomi tiap individu akibat lahan tambak tergenang pada skenario 4 sebesar Rp. 6.745.107952. Jumlah ini sama banyaknya pada kondisi pasang rata-rata maupun pasang tertinggi.

## 2. Kerugian Ekonomi Sawah

Perhitungan kerugian ekonomi akibat lahan sawah yang terendam genangan dapat dihitung melalui pendekatan.

$$Ts = A_s \times F_s$$

Dimana:

Ts: kerugian pada penggunaan lahan Sawah (rupiah)

As: Luas genangan banjir di lahan Sawah (ha)

Fs: Satuan biaya kerusakan pada penggunaan lahan Sawah (rupiah/ha)

Satuan biaya produksi kerusakan pada lahan sawah dihitung berdasarkan nilai produksi per hektar tiap siklus budidaya sawah diperoleh dari BPS Indonesia, untuk besaran nilai produksinya sebesar 17.2 juta rupiah. Tabelnya bisa dilihat pada **lampiran M**.

### Skenario 1

- Skenario 1 pasang rata-rata (150 cm)

**Tabel 4.33** kerugian ekonomi sawah skenario 1 pasang rata-rata

Sawah	Produksi (kg)	luas area tergenang (Ha)	biaya kerusakan	Total Biaya Kerusakan	Future Value
padi	2041380	0.00	Rp17,200,000	Rp0	Rp0
jagung	2170	0.00	Rp12,000,000	Rp0	Rp0
kedelai	20150	0.00	Rp9,000,000	Rp0	Rp0
	2063700	0	Total	Rp0	Rp0

Sumber: Hasil Perhitungan

Pada hasil analisa genangan banjir skenario 1 dengan kondisi pasang rata-rata, wilayah pesisir Sidoarjo tidak ada yang tergenang sehingga tidak menimbulkan kerugian dari sector ekonomi.



- Skenario 1 pasang tertinggi (282 cm)

**Tabel 4.34** kerugian ekonomi sawah skenario 1 pasang tertinggi

Sawah	produksi (Kw)	luas area tergenang (Ha)	biaya kerusakan	Total Biaya Kerusakan	Future Value
padi	2041380	3056.38	Rp17,200,000	Rp 52.569.686.051	Rp 101.495.762.431
jagung	2170	3.25	Rp12,000,000	Rp 38.987.381	Rp 75.272.543
kedelai	20150	30.17	Rp9,000,000	Rp 271.519.260	Rp 524.219.495
	2063700	3089.79	Total	Rp 52.880.192.691	Rp 102.095.254.469

Sumber: Hasil Perhitungan

Luas area sawah yang tergenang di Kabupaten Sidoarjo seluas 3089.79 hektar. Persentase luas sawah padi, jagung dan kedelai di kabupaten Sidoarjo dihitung berdasarkan asumsi jumlah produksi sawah di tahun 2013 yaitu sebesar 2,063,700 Kwintal dengan komposisi produksi padi sebesar 2,041,380 kwintal atau 98.92% dari produksi sawah total dan produksi jagung sebesar 2,170 kwintal atau 0.11% dari produksi sawah total di Kabupaten Sidoarjo, sedangkan produksi kedelai sebesar 20,150 kwintal atau sebesar 0.98% dari produksi sawah total Kabupaten Sidoarjo sehingga:

a) Sawah padi

- Luas area sawah padi yang tergenang:

$$\begin{aligned}
 \text{Luas area tergenang} &= \% \text{ produksi padi} \times \text{luas total sawah tergenang} \\
 &= 98.92\% \times 3089.79 \\
 &= 3056.38 \text{ hektar}
 \end{aligned}$$

- Total biaya kerusakan area sawah padi:

$$\begin{aligned}
 \text{Total biaya kerusakan} &= \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan} \\
 &= 3056.38 \times \text{Rp } 17.200.000 \\
 &= \text{Rp } 52.569.686.051
 \end{aligned}$$

- Perhitungan *future value*

$$\begin{aligned}
 \text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\
 &= \text{Rp } 52.569.686.051 (1 + 0.068)^{10} \\
 &= \text{Rp } 101.495.762.431
 \end{aligned}$$

b) Sawah jagung

- Luas area sawah jagung yang tergenang:

$$\begin{aligned}\text{Luas area tergenang} &= \% \text{ produksi jagung} \times \text{luas total sawah tergenang} \\ &= 0.11\% \times 3089.79 \\ &= 3.25 \text{ hektar}\end{aligned}$$

- Total biaya kerusakan area sawah jagung:

$$\begin{aligned}\text{Total biaya kerusakan} &= \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan} \\ &= 3.25 \times \text{Rp Rp } 12.000.000 \\ &= \text{Rp } 38.987.381\end{aligned}$$

- Perhitungan *future value*

$$\begin{aligned}\text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\ &= \text{Rp } 38.987.381 (1 + 0.068)^{10} \\ &= \text{Rp } 75.272.543\end{aligned}$$

c) Sawah kedelai

- Luas area sawah kedelai yang tergenang:

$$\begin{aligned}\text{Luas area tergenang} &= \% \text{ produksi kedelai} \times \text{luas total sawah tergenang} \\ &= 0.98\% \times 3089.79 \\ &= 30.17 \text{ hektar}\end{aligned}$$

- Total biaya kerusakan area sawah kedelai:

$$\begin{aligned}\text{Total biaya kerusakan} &= \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan} \\ &= 30.17 \times \text{Rp Rp } 9.000.000 \\ &= \text{Rp } 271.519.260\end{aligned}$$

- Perhitungan *future value*

$$\begin{aligned}\text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\ &= \text{Rp } 271.519.260 (1 + 0.068)^{10} \\ &= \text{Rp } 524.219.495\end{aligned}$$

Sehingga total kerugian ekonomi akibat genangan 282 cm Rp 52.880.192.691 dengan *future value* sebesar Rp 102.095.254.469 pada tahun 2023.

➤ Kerugian Tiap Individu

Kerugian ekonomi tiap individu dihitung berdasarkan jumlah petani di wilayah pesisir sidoarjo yang terkena dampak akibat kenaikan muka air laut. Kerugian dihitung berdasarkan total biaya kerusakan berdasarkan *future value* dibagi persentase jumlah petani terkena dampak di kabupaten sidoarjo yang datanya diperoleh berdasarkan data BPS (2015). Jumlah petani di wilayah Sidoarjo tahun 2013 sejumlah 48.084 orang dengan luas area sawah sebesar 24.841 hektar, sehingga diperoleh angka 1.94 petani tiap hektar sawah di Kabupaten Sidoarjo. Berikut perhitungan kerugian ekonomi tiap individu untuk skenario 1.

**Tabel 4.35** Kerugian Ekonomi Individu Petani Skenario 1

Skenario	Luas genangan (hektar)	Jumlah Petani / Hektar Sawah	Jumlah Petani Terkena Dampak	Total Biaya Kerusakan Future Value	Kerugian Tiap Individu
150	0	1.94	0.0	Rp0	Rp. 0
282	3089.79	1.94	5980.6	Rp102,095,254,469	Rp17,071,018.47

*Sumber: hasil Perhitungan*

Berdasarkan hasil perhitungan di atas kerugian ekonomi tiap individu akibat lahan tambak tergenang pada skenario 1 sebesar Rp. 17.071.018.

**Skenario 2**

➤ Skenario 2 pasang rata-rata (152 cm)

**Tabel 4.36** kerugian ekonomi sawah skenario 2 pasang rata-rata

Sawah	Produksi (kg)	luas area tergenang (Ha)	biaya kerusakan	Total Biaya Kerusakan	Future Value
padi	2041380	0.00	Rp17,200,000	Rp0	Rp0
jagung	2170	0.00	Rp12,000,000	Rp0	Rp0
kedelai	20150	0.00	Rp9,000,000	Rp0	Rp0
	2063700	0	Total	Rp0	Rp0

*Sumber: Hasil Perhitungan*

Pada hasil analisa genangan banjir skenario 2 dengan kondisi pasang rata-rata, wilayah pesisir Sidoarjo tidak ada yang tergenang sehingga tidak menimbulkan kerugian dari sector ekonomi.

- Skenario 2 pasang tertinggi (284 cm)

**Tabel 4.37** kerugian ekonomi sawah skenario 2 pasang tertinggi

Sawah	produksi (Kw)	luas area tergenang (Ha)	biaya kerusakan	Total Biaya Kerusakan	Future Value
padi	2041380	3084.39	Rp 17.200.000	Rp 53.051.461.127	Rp 197.752.691.642
jagung	2170	3.28	Rp 12.000.000	Rp 39.344.681	Rp 146.659.797
kedelai	20150	30.45	Rp 9.000.000	Rp 274.007.599	Rp 1.021.380.732
	2063700	3118.11	Total	Rp 53.364.813.407	Rp 198.920.732.171

Sumber: Hasil Perhitungan

Luas area sawah yang tergenang di Kabupaten Sidoarjo seluas 3118.11 hektar. Persentase luas sawah padi, jagung dan kedelai di kabupaten Sidoarjo dihitung berdasarkan asumsi jumlah produksi sawah di tahun 2013 yaitu sebesar 2,063,700 Kwintal dengan komposisi produksi padi sebesar 2,041,380 kwintal atau 98.92% dari produksi sawah total dan produksi jagung sebesar 2,170 kwintal atau 0.11% dari produksi sawah total di Kabupaten Sidoarjo, sedangkan produksi kedelai sebesar 20,150 kwintal atau sebesar 0.98% dari produksi sawah total Kabupaten Sidoarjo sehingga:

a) Sawah padi

- Luas area sawah padi yang tergenang:

$$\begin{aligned}
 \text{Luas area tergenang} &= \% \text{ produksi padi} \times \text{luas total sawah tergenang} \\
 &= 98.92\% \times 3118.11 \\
 &= 3084.39 \text{ hektar}
 \end{aligned}$$

- Total biaya kerusakan area sawah padi:

$$\begin{aligned}
 \text{Total biaya kerusakan} &= \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan} \\
 &= 3084.39 \times \text{Rp } 17.200.000 \\
 &= \text{Rp } 52.569.686.051
 \end{aligned}$$

- Perhitungan *future value*

$$\begin{aligned}
 \text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\
 &= \text{Rp } 53.051.461.127 (1 + 0.068)^{20} \\
 &= \text{Rp } 197.752.691.642
 \end{aligned}$$

b) Sawah jagung

- Luas area sawah jagung yang tergenang:

$$\begin{aligned}\text{Luas area tergenang} &= \% \text{ produksi jagung} \times \text{luas total sawah tergenang} \\ &= 0.11\% \times 3118.11 \\ &= 3.28 \text{ hektar}\end{aligned}$$

- Total biaya kerusakan area sawah jagung:

$$\begin{aligned}\text{Total biaya kerusakan} &= \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan} \\ &= 3.28 \times \text{Rp } 12.000.000 \\ &= \text{Rp } 39.344.681\end{aligned}$$

- Perhitungan *future value*

$$\begin{aligned}\text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\ &= \text{Rp } 39.344.681 (1 + 0.068)^{20} \\ &= \text{Rp } 146.659.797\end{aligned}$$

c) Sawah kedelai

- Luas area sawah kedelai yang tergenang:

$$\begin{aligned}\text{Luas area tergenang} &= \% \text{ produksi kedelai} \times \text{luas total sawah tergenang} \\ &= 0.98\% \times 3118.11 \\ &= 30.45 \text{ hektar}\end{aligned}$$

- Total biaya kerusakan area sawah kedelai:

$$\begin{aligned}\text{Total biaya kerusakan} &= \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan} \\ &= 30.45 \times \text{Rp } 9.000.000 \\ &= \text{Rp } 274.007.599\end{aligned}$$

- Perhitungan *future value*

$$\begin{aligned}\text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\ &= \text{Rp } 274.007.599 (1 + 0.068)^{20} \\ &= \text{Rp } 1.021.380.732\end{aligned}$$

Sehingga total kerugian ekonomi akibat genangan 284 cm Rp 53.364.813.407 dengan *future value* sebesar Rp 198.920.732.171 pada tahun 2033.

➤ Kerugian Tiap Individu

Kerugian ekonomi tiap individu dihitung berdasarkan jumlah petani di wilayah pesisir sidoarjo yang terkena dampak akibat kenaikan muka air laut. Kerugian dihitung berdasarkan total biaya kerusakan berdasarkan *future value* dibagi persentase jumlah petani terkena dampak di kabupaten sidoarjo yang datanya

diperoleh berdasarkan data BPS (2015). Jumlah petani di wilayah Sidoarjo tahun 2013 sejumlah 48.084 orang dengan luas area sawah sebesar 24.841 hektar, sehingga diperoleh angka 1.94 petani tiap hektar sawah di Kabupaten Sidoarjo. Berikut perhitungan kerugian ekonomi tiap individu untuk skenario 2.

**Tabel 4.38** Kerugian Ekonomi Individu Petani Skenario 2

Skenario	Luas genangan (hektar)	Jumlah Petani / Hektar Sawah	Jumlah Petani Terkena Dampak	Total Biaya Kerusakan Future Value	Kerugian Tiap Individu
152	0	1.94	0.0	Rp 0	Rp 0
284	3118.11	1.94	6035.4	Rp198,920,732,171	Rp32,958,843.12

*Sumber: hasil Perhitungan*

Berdasarkan hasil perhitungan di atas kerugian ekonomi tiap individu akibat lahan tambak tergenang pada skenario 2 sebesar Rp 32.958.843

### Skenario 3

- Skenario 3 pasang rata-rata (158 cm)

**Tabel 4.39** kerugian ekonomi sawah skenario 3 pasang rata-rata

Sawah	Produksi (kg)	luas area tergenang (Ha)	biaya kerusakan	Total Biaya Kerusakan	Future Value
padi	2041380	0.00	Rp17,200,000	Rp0	Rp0
jagung	2170	0.00	Rp12,000,000	Rp0	Rp0
kedelai	20150	0.00	Rp9,000,000	Rp0	Rp0
	2063700	0	Total	Rp0	Rp0

*Sumber: Hasil Perhitungan*

Pada hasil analisa genangan banjir skenario 3 dengan kondisi pasang rata-rata, wilayah pesisir Sidoarjo tidak ada yang tergenang sehingga tidak menimbulkan kerugian dari sector ekonomi.

- Skenario 3 pasang tertinggi (290 cm)

**Tabel 4.40** kerugian ekonomi sawah skenario 3 pasang tertinggi

Sawah	produksi (Kw)	luas area tergenang (Ha)	biaya kerusakan	Total Biaya Kerusakan	Future Value
padi	2041380	3247.72	Rp 17.200.000	Rp 55.860.809.703	Rp 1.498.545.249.065
jagung	2170	3.45	Rp 12.000.000	Rp 41.428.185	Rp 1.111.369.665
kedelai	20150	32.06	Rp 9.000.000	Rp 288.517.715	Rp 7.739.895.883
	2063700	3283.23	Total	Rp 56.190.755.603	Rp 1.507.396.514.614

Sumber: Hasil Perhitungan

Luas area sawah yang tergenang di Kabupaten Sidoarjo seluas 3283.23 hektar. Persentase luas sawah padi, jagung dan kedelai di kabupaten Sidoarjo dihitung berdasarkan asumsi jumlah produksi sawah di tahun 2013 yaitu sebesar 2,063,700 Kwintal dengan komposisi produksi padi sebesar 2,041,380 kwintal atau 98.92% dari produksi sawah total dan produksi jagung sebesar 2,170 kwintal atau 0.11% dari produksi sawah total di Kabupaten Sidoarjo, sedangkan produksi kedelai sebesar 20,150 kwintal atau sebesar 0.98% dari produksi sawah total Kabupaten Sidoarjo sehingga:

a) Sawah padi

- Luas area sawah padi yang tergenang:

$$\begin{aligned}
 \text{Luas area tergenang} &= \% \text{ produksi padi} \times \text{luas total sawah tergenang} \\
 &= 98.92\% \times 3283.23 \\
 &= 3247.72 \text{ hektar}
 \end{aligned}$$

- Total biaya kerusakan area sawah padi:

$$\begin{aligned}
 \text{Total biaya kerusakan} &= \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan} \\
 &= 3247.72 \times \text{Rp } 17.200.000 \\
 &= \text{Rp } 55.860.809.703
 \end{aligned}$$

- Perhitungan *future value*

$$\begin{aligned}
 \text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\
 &= \text{Rp } 55.860.809.703 (1 + 0.068)^{50} \\
 &= \text{Rp } 1.498.545.249.065
 \end{aligned}$$

b) Sawah jagung

- Luas area sawah jagung yang tergenang:

$$\begin{aligned}\text{Luas area tergenang} &= \% \text{ produksi jagung} \times \text{luas total sawah tergenang} \\ &= 0.11\% \times 3283.23 \\ &= 3.45 \text{ hektar}\end{aligned}$$

- Total biaya kerusakan area sawah jagung:

$$\begin{aligned}\text{Total biaya kerusakan} &= \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan} \\ &= 3.45 \times \text{Rp } 12.000.000 \\ &= \text{Rp } 41.428.185\end{aligned}$$

- Perhitungan *future value*

$$\begin{aligned}\text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\ &= \text{Rp } 41.428.185 (1 + 0.068)^{50} \\ &= \text{Rp } 1.111.369.665\end{aligned}$$

c) Sawah kedelai

- Luas area sawah kedelai yang tergenang:

$$\begin{aligned}\text{Luas area tergenang} &= \% \text{ produksi kedelai} \times \text{luas total sawah tergenang} \\ &= 0.98\% \times 3283.23 \\ &= 32.06 \text{ hektar}\end{aligned}$$

- Total biaya kerusakan area sawah kedelai:

$$\begin{aligned}\text{Total biaya kerusakan} &= \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan} \\ &= 32.06 \times \text{Rp } 9.000.000 \\ &= \text{Rp } 288.517.715\end{aligned}$$

- Perhitungan *future value*

$$\begin{aligned}\text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\ &= \text{Rp } 288.517.715 (1 + 0.068)^{50} \\ &= \text{Rp } 7.739.895.883\end{aligned}$$

Sehingga total kerugian ekonomi akibat genangan 290 cm Rp 56.190.755.603 dengan *future value* sebesar Rp 1.507.396.514.614 pada tahun 2063.

➤ Kerugian Tiap Individu

Kerugian ekonomi tiap individu dihitung berdasarkan jumlah petani di wilayah pesisir sidoarjo yang terkena dampak akibat kenaikan muka air laut. Kerugian dihitung berdasarkan total biaya kerusakan berdasarkan *future value* dibagi persentase jumlah petani terkena dampak di kabupaten sidoarjo yang datanya



diperoleh berdasarkan data BPS (2015). Jumlah petani di wilayah Sidoarjo tahun 2013 sejumlah 48.084 orang dengan luas area sawah sebesar 24.841 hektar, sehingga diperoleh angka 1.94 petani tiap hektar sawah di Kabupaten Sidoarjo. Berikut perhitungan kerugian ekonomi tiap individu untuk skenario 3.

**Tabel 4.41** Kerugian Ekonomi Individu Petani Skenario 3

Skenario	Luas genangan (hektar)	Jumlah Petani / Hektar Sawah	Jumlah Petani Terkena Dampak	Total Biaya Kerusakan Future Value	Kerugian Tiap Individu
158	0	1.94	0.0	Rp0	Rp0
290	3283.23	1.94	6355.0	Rp1.507.396.514.614	Rp 237.197.190

*Sumber: hasil Perhitungan*

Berdasarkan hasil perhitungan di atas kerugian ekonomi tiap individu akibat lahan tambak tergenang pada skenario 3 sebesar Rp 237.197.190

#### Skenario 4

- Skenario 4 pasang rata-rata (168 cm)

**Tabel 4.42** kerugian ekonomi sawah skenario 4 pasang rata-rata

Sawah	Produksi (kg)	luas area tergenang (Ha)	biaya kerusakan	Total Biaya Kerusakan	Future Value
padi	2041380	275.29	Rp 17.200.000	Rp 4.734.988.675	Rp 3.407.565.510.233
jagung	2170	0.29	Rp 12.000.000	Rp 3.511.621	Rp 2.527.160.887
kedelai	20150	2.72	Rp 9.000.000	Rp 24.455.931	Rp 17.599.870.462
	2063700	278.3	Total	Rp 4.762.956.227	Rp 3.427.692.541.582

*Sumber: Hasil Perhitungan*

Luas area sawah yang tergenang di Kabupaten Sidoarjo seluas 278.3 hektar. Persentase luas sawah padi, jagung dan kedelai di kabupaten Sidoarjo dihitung berdasarkan asumsi jumlah produksi sawah di tahun 2013 yaitu sebesar 2,063,700 Kwintal dengan komposisi produksi padi sebesar 2,041,380 kwintal atau 98.92% dari produksi sawah total dan produksi jagung sebesar 2,170 kwintal atau 0.11% dari produksi sawah total di Kabupaten Sidoarjo, sedangkan produksi kedelai

sebesar 20,150 kwintal atau sebesar 0.98% dari produksi sawah total Kabupaten Sidoarjo sehingga:

a) Sawah padi

- Luas area sawah padi yang tergenang:  
Luas area tergenang = % produksi padi x luas total sawah tergenang  
 $= 98.92\% \times 278.3$   
 $= 275.29 \text{ hektar}$
- Total biaya kerusakan area sawah padi:  
Total biaya kerusakan = luas area tergenang x biaya kerusakan  
 $= 275.29 \times \text{Rp } 17.200.000$   
 $= \text{Rp } 4.734.988.675$
- Perhitungan *future value*  
Future Value =  $PV (1 + r)^n$   
 $= \text{Rp } 4.734.988.675 (1 + 0.068)^{100}$   
 $= \text{Rp } 3.407.565.510.233$

b) Sawah jagung

- Luas area sawah jagung yang tergenang:  
Luas area tergenang = % produksi jagung x luas total sawah tergenang  
 $= 0.11\% \times 278.3$   
 $= 0.29 \text{ hektar}$
- Total biaya kerusakan area sawah jagung:  
Total biaya kerusakan = luas area tergenang x biaya kerusakan  
 $= 0.29 \times \text{Rp } 12.000.000$   
 $= \text{Rp } 3.511.621$
- Perhitungan *future value*  
Future Value =  $PV (1 + r)^n$   
 $= \text{Rp } 3.511.621 (1 + 0.068)^{100}$   
 $= \text{Rp } 2.527.160.887$

c) Sawah kedelai

- Luas area sawah kedelai yang tergenang:  
Luas area tergenang = % produksi kedelai x luas total sawah tergenang

$$= 0.98\% \times 278.3$$

$$= 2.72 \text{ hektar}$$

- Total biaya kerusakan area sawah kedelai:

$$\text{Total biaya kerusakan} = \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan}$$

$$= 2.72 \times \text{Rp } 9.000.000$$

$$= \text{Rp } 24.455.931$$

- Perhitungan *future value*

$$\text{Future Value} = \text{PV} (1 + r)^n$$

$$= \text{Rp } 24.455.931 (1 + 0.068)^{100}$$

$$= \text{Rp } 17.599.870.462$$

Sehingga total kerugian ekonomi akibat genangan 168 cm Rp 4.762.956.227 dengan *future value* sebesar 3.427.692.541.582 pada tahun 2113.

- Skenario 4 pasang tertinggi (300 cm)

**Tabel 4.43** kerugian ekonomi sawah skenario 4 pasang tertinggi

Sawah	produksi (Kw)	luas area tergenang (Ha)	biaya kerusakan	Total Biaya Kerusakan	Future Value
padi	2041380	3403.19	Rp 17.200.000	Rp 58.534.872.576	Rp 42.125.003.167.108
jagung	2170	3.62	Rp 12.000.000	Rp 43.411.356	Rp 31.241.265.954
kedelai	20150	33.59	Rp 9.000.000	Rp 302.329.089	Rp 217.573.102.177
	2063700	3440.4	Total	Rp 58.880.613.020	Rp 42.373.817.535.239

Sumber: Hasil Perhitungan

Luas area sawah yang tergenang di Kabupaten Sidoarjo seluas 3440.4 hektar. Persentase luas sawah padi, jagung dan kedelai di kabupaten Sidoarjo dihitung berdasarkan asumsi jumlah produksi sawah di tahun 2013 yaitu sebesar 2,063,700 Kwintal dengan komposisi produksi padi sebesar 2,041,380 kwintal atau 98.92% dari produksi sawah total dan produksi jagung sebesar 2,170 kwintal atau 0.11% dari produksi sawah total di Kabupaten Sidoarjo, sedangkan produksi kedelai sebesar 20,150 kwintal atau sebesar 0.98% dari produksi sawah total Kabupaten Sidoarjo sehingga:

- a) Sawah padi

- Luas area sawah padi yang tergenang:

$$\begin{aligned}
\text{Luas area tergenang} &= \% \text{ produksi padi} \times \text{luas total sawah tergenang} \\
&= 98.92\% \times 3440.4 \\
&= 3403.19 \text{ hektar}
\end{aligned}$$

- Total biaya kerusakan area sawah padi:

$$\begin{aligned}
\text{Total biaya kerusakan} &= \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan} \\
&= 3403.19 \times \text{Rp } 17.200.000 \\
&= \text{Rp } 58.534.872.576
\end{aligned}$$

- Perhitungan *future value*

$$\begin{aligned}
\text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\
&= \text{Rp } 58.534.872.576 (1 + 0.068)^{100} \\
&= \text{Rp } 42.125.003.167.108
\end{aligned}$$

b) Sawah jagung

- Luas area sawah jagung yang tergenang:

$$\begin{aligned}
\text{Luas area tergenang} &= \% \text{ produksi jagung} \times \text{luas total sawah tergenang} \\
&= 0.11\% \times 3440.4 \\
&= 3.62 \text{ hektar}
\end{aligned}$$

- Total biaya kerusakan area sawah jagung:

$$\begin{aligned}
\text{Total biaya kerusakan} &= \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan} \\
&= 3.62 \times \text{Rp } 12.000.000 \\
&= \text{Rp } 43.411.356
\end{aligned}$$

- Perhitungan *future value*

$$\begin{aligned}
\text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\
&= \text{Rp } 43.411.356 (1 + 0.068)^{100} \\
&= \text{Rp } 31.241.265.954
\end{aligned}$$

c) Sawah kedelai

- Luas area sawah kedelai yang tergenang:

$$\begin{aligned}
\text{Luas area tergenang} &= \% \text{ produksi kedelai} \times \text{luas total sawah tergenang} \\
&= 0.98\% \times 3440.4 \\
&= 33.59 \text{ hektar}
\end{aligned}$$

- Total biaya kerusakan area sawah kedelai:

$$\text{Total biaya kerusakan} = \text{luas area tergenang} \times \text{biaya kerusakan}$$

$$= 33.59 \times \text{Rp } 9.000.000$$

$$= \text{Rp } 302.329.089$$

- Perhitungan *future value*

$$\text{Future Value} = \text{PV} (1 + r)^n$$

$$= \text{Rp } 302.329.089 (1 + 0.068)^{100}$$

$$= \text{Rp } 217.573.102.177$$

Sehingga total kerugian ekonomi akibat genangan 300 cm Rp 58.880.613.020 dengan *future value* sebesar Rp 42.373.817.535.239 pada tahun 2113.

#### ➤ Kerugian Tiap Individu

Kerugian ekonomi tiap individu dihitung berdasarkan jumlah petani di wilayah pesisir sidoarjo yang terkena dampak akibat kenaikan muka air laut. Kerugian dihitung berdasarkan total biaya kerusakan berdasarkan *future value* dibagi persentase jumlah petani terkena dampak di kabupaten sidoarjo yang datanya diperoleh berdasarkan data BPS (2015). Jumlah petani di wilayah Sidoarjo tahun 2013 sejumlah 48.084 orang dengan luas area sawah sebesar 24.841 hektar, sehingga diperoleh angka 1.94 petani tiap hektar sawah di Kabupaten Sidoarjo. Berikut perhitungan kerugian ekonomi tiap individu untuk skenario 3.

**Tabel 4.44** Kerugian Ekonomi Individu Petani Skenario 4

Skenario	Luas genangan (hektar)	Jumlah Petani / Hektar Sawah	Jumlah Petani Terkena Dampak	Total Biaya Kerusakan Future Value	Kerugian Tiap Individu
168	278.3	1.94	538.7	Rp3,427,692,541,582	Rp6,363,150,198.09
300	3440.4	1.94	6659.3	Rp42,373,817,535,239	Rp6,363,150,198.09

*Sumber: hasil Perhitungan*

Berdasarkan hasil perhitungan di atas kerugian ekonomi tiap individu akibat lahan tambak tergenang pada skenario 4 sebesar Rp 6.363.150.198.

### 3. Kerugian Ekonomi Permukiman

Perhitungan kerugian ekonomi akibat permukiman yang terendam genangan dapat dihitung melalui pendekatan perhitungan kerusakan fisik jalan.

Perhitungan kerugian ekonomi akibat jalan aspal yang terendam genangan dapat dihitung melalui pendekatan.

$$T_j = A_p \times F_p$$

Dimana:

$T_j$ : kerugian pada akibat jalan aspal terendam (rupiah)

$A_p$ : Panjang jalan aspal tergenang (m)

$F_p$ : Satuan biaya kerusakan jalan aspal (rupiah/m)

### Skenario 1

**Tabel 4.45** kerugian ekonomi jalan skenario 1

Skenario	Panjang jalan tergenang (km)	biaya kerusakan /4 meter	Total Biaya Kerusakan	Future Value
150	0	Rp 718.541	Rp 0	Rp 0
282	324.13	Rp 718.541	Rp 58.225.173.583	Rp 112.414.755.146

*Sumber: hasil Perhitungan*

Berdasarkan hasil analisa, tidak ada jalan yang tergenang di Kabupaten Sidoarjo pada skenario 1 dengan kondisi pasang rata-rata. Sedangkan panjang jalan yang tergenang di Kabupaten Sidoarjo pada skenario 1 dengan kondisi pasang tertinggi sejauh 324.13 km, berikut perhitungan kerugian ekonomi kerusakan jalan:

- Total biaya kerusakan jalan tergenang:

$$\begin{aligned}
 \text{Total biaya kerusakan} &= \text{panjang jalan tergenang (m)} \times \text{biaya kerusakan (m)} \\
 &= (324.13 \times 1000) \times (718.541/4) \\
 &= \text{Rp } 58.225.173.583
 \end{aligned}$$

- Perhitungan *future value*

$$\begin{aligned}
 \text{Future Value} &= PV (1 + r)^n \\
 &= \text{Rp } 58.225.173.583 (1 + 0.068)^{10} \\
 &= \text{Rp } 112.414.755.146
 \end{aligned}$$

Sehingga total kerugian ekonomi kerusakan jalan akibat genangan 282 cm Rp 58.225.173.583 dengan *future value* sebesar Rp 112.414.755.146 pada tahun 2023

## Skenario 2

**Tabel 4.46** kerugian ekonomi jalan skenario 2

Skenario	Panjang jalan tergenang (km)	biaya kerusakan /4 meter	Total Biaya Kerusakan	Future Value
152	0	Rp 718.541	Rp 0	Rp 0
284	327.7	Rp 718,541	Rp 58.866.471.425	Rp 219.428.511.948

*Sumber: hasil Perhitungan*

Berdasarkan hasil analisa, tidak ada jalan yang tergenang di Kabupaten Sidoarjo pada skenario 2 dengan kondisi pasang rata-rata. Sedangkan panjang jalan yang tergenang di Kabupaten Sidoarjo pada skenario 2 dengan kondisi pasang tertinggi sejauh 327.7 km, berikut perhitungan kerugian ekonomi kerusakan jalan:

- Total biaya kerusakan jalan tergenang:  

$$\begin{aligned}\text{Total biaya kerusakan} &= \text{panjang jalan tergenang (m)} \times \text{biaya kerusakan (m)} \\ &= (327.7 \times 1000) \times (718.541/4) \\ &= \text{Rp } 58.866.471.425\end{aligned}$$
- Perhitungan *future value*  

$$\begin{aligned}\text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\ &= \text{Rp } 58.866.471.425 (1 + 0.068)^{20} \\ &= \text{Rp } 219.428.511.948\end{aligned}$$

Sehingga total kerugian ekonomi kerusakan jalan akibat genangan 284 cm Rp 58.866.471.425 dengan *future value* sebesar 219.428.511.948 pada tahun 2023

## Skenario 3

**Tabel 4.47** kerugian ekonomi jalan skenario 3

Skenario	Panjang jalan tergenang (km)	biaya kerusakan /4 meter	Total Biaya Kerusakan	Future Value
158	0.15	Rp 718.541	Rp 26.945.288	Rp 722.845.458
290	355.69	Rp 718.541	Rp 63.894.462.073	Rp 1.714.059.339.430

*Sumber: hasil Perhitungan*

Berdasarkan hasil analisa, panjang jalan yang tergenang di Kabupaten Sidoarjo pada skenario 3 dengan kondisi pasang rata-rata sebesar 0.15 km. Sedangkan panjang jalan yang tergenang di Kabupaten Sidoarjo pada skenario 3 dengan

kondisi pasang tertinggi sejauh 327.7 km, berikut perhitungan kerugian ekonomi kerusakan jalan:

➤ Skenario 3 pasang rata-rata

- Total biaya kerusakan jalan tergenang:

$$\begin{aligned}\text{Total biaya kerusakan} &= \text{panjang jalan tergenang (m)} \times \text{biaya kerusakan (m)} \\ &= (0.15 \times 1000) \times (718.541/4) \\ &= \text{Rp } 26.945.288\end{aligned}$$

- Perhitungan *future value*

$$\begin{aligned}\text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\ &= \text{Rp } 26.945.288 (1 + 0.068)^{50} \\ &= \text{Rp } 722.845.458\end{aligned}$$

➤ Skenario 3 pasang Tertinggi

- Total biaya kerusakan jalan tergenang:

$$\begin{aligned}\text{Total biaya kerusakan} &= \text{panjang jalan tergenang (m)} \times \text{biaya kerusakan (m)} \\ &= (355.69 \times 1000) \times (718.541/4) \\ &= \text{Rp } 63.894.462.073\end{aligned}$$

- Perhitungan *future value*

$$\begin{aligned}\text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\ &= \text{Rp } 63.894.462.073 (1 + 0.068)^{50} \\ &= \text{Rp } 1.714.059.339.430\end{aligned}$$

Sehingga total kerugian ekonomi kerusakan jalan akibat genangan 158 cm Rp 58.866.471.425 dengan *future value* sebesar 219.428.511.948 , dan total kerugian ekonomi akibat genangan 290 cm sebesar Rp 63.894.462.073 dengan *future value* sebesar Rp 1.714.059.339.430.

#### Skenario 4

**Tabel 4.48** kerugian ekonomi jalan skenario 4

Skenario	Panjang jalan tergenang (km)	biaya kerusakan /4 meter	Total Biaya Kerusakan	Future Value
168	19.84	Rp 718.541	Rp 3.563.963.360	Rp 2.564.829.497.722
300	390.22	Rp 718.541	Rp 70.097.267.255	Rp 50.445.955.977.875

*Sumber: hasil Perhitungan*



Berdasarkan hasil analisa, panjang jalan yang tergenang di Kabupaten Sidoarjo pada skenario 4 dengan kondisi pasang rata-rata sebesar 19.84 km. Sedangkan panjang jalan yang tergenang di Kabupaten Sidoarjo pada skenario 4 dengan kondisi pasang tertinggi sejauh 390.22 km, berikut perhitungan kerugian ekonomi kerusakan jalan:

➤ Skenario 4 pasang rata-rata

- Total biaya kerusakan jalan tergenang:

$$\begin{aligned}\text{Total biaya kerusakan} &= \text{panjang jalan tergenang (m)} \times \text{biaya kerusakan (m)} \\ &= (19.84 \times 1000) \times (718.541/4) \\ &= \text{Rp } 3.563.963.360\end{aligned}$$

- Perhitungan *future value*

$$\begin{aligned}\text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\ &= \text{Rp } 3.563.963.360 (1 + 0.068)^{100} \\ &= \text{Rp } 2.564.829.497.722\end{aligned}$$

➤ Skenario 3 pasang Tertinggi

- Total biaya kerusakan jalan tergenang:

$$\begin{aligned}\text{Total biaya kerusakan} &= \text{panjang jalan tergenang (m)} \times \text{biaya kerusakan (m)} \\ &= (390.22 \times 1000) \times (718.541/4) \\ &= \text{Rp } 70.097.267.255\end{aligned}$$

- Perhitungan *future value*

$$\begin{aligned}\text{Future Value} &= \text{PV} (1 + r)^n \\ &= \text{Rp } 70.097.267.255 (1 + 0.068)^{100} \\ &= \text{Rp } 50.445.955.977.875\end{aligned}$$

Sehingga total kerugian ekonomi kerusakan jalan akibat genangan 158 cm Rp 3.563.963.360 dengan *future value* sebesar 2.564.829.497.722, dan total kerugian ekonomi akibat genangan 290 cm sebesar Rp 70.097.267.255 dengan *future value* sebesar Rp 50.445.955.977.875.

Setelah diketahui masing-masing kerugian ekonomi tiap sektor dan tiap skenario, selanjutnya dihitung total kerugian ekonomi dari sector sawah, tambak dan kerusakan jalan tiap skenarionya sehingga dapat diketahui total kerugian ekonomi tiap skenario kenaikan muka air laut, berikut tabel total kerugian ekonomi tiap skenario:

**Tabel 4.49** Total luas genangan dan kerugian ekonomi tiap lahan skenario 1

Skenario 1 pasang rata-rata			
Peruntukan lahan	Luas area tergenang (Ha)	Kerugian Ekonomi (Rp)	Future Value
Tambak	2052.21	Rp12,446,755,552	Rp24,030,825,356
Sawah	0	Rp0	Rp0
Kerusakan jalan	0	Rp0	Rp0
<b>Total</b>		Rp12,446,755,552	Rp24,030,825,356
Skenario 1 pasang tertinggi			
Peruntukan lahan	Luas area tergenang (Ha)	Kerugian Ekonomi (Rp)	Future Value
Tambak	11120.00	Rp67,443,525,656	Rp130,212,534,482
Sawah	3089.79	Rp52,880,192,691	Rp102,095,254,469
Kerusakan jalan	324.13 (Km)	Rp58,225,173,583	Rp112,414,755,146
<b>Total</b>		Rp178,548,891,930	Rp344,722,544,097

*Sumber: hasil Perhitungan*

**Tabel 4.50** Total luas genangan dan kerugian ekonomi tiap lahan skenario 2

Skenario 2 pasang rata-rata			
Peruntukan lahan	Luas area tergenang (Ha)	Kerugian Ekonomi (Rp)	Future Value
Tambak	2072.8	Rp12,571,880,791	Rp46,862,484,326
Sawah	0	Rp0	Rp0
Kerusakan jalan	0	Rp0	Rp0
<b>Total</b>		Rp12,571,880,791	Rp46,862,484,326
Skenario 2 pasang tertinggi			
Peruntukan lahan	Luas area tergenang (Ha)	Kerugian Ekonomi (Rp)	Future Value
Tambak	11257.48	Rp68,277,339,578	Rp254,508,120,847
Sawah	3118.11	Rp53,364,813,407	Rp198,920,732,171
Kerusakan jalan	327.7 (km)	Rp58,866,471,425	Rp219,428,511,948
<b>Total</b>		Rp180,508,624,410	Rp672,857,364,966

*Sumber: hasil Perhitungan*

**Tabel 4.51** Total luas genangan dan kerugian ekonomi tiap lahan skenario 3

Skenario 3 pasang rata-rata			
Peruntukan lahan	Luas area tergenang (Ha)	Kerugian Ekonomi (Rp)	Future Value
Tambak	2144.69	Rp13,007,667,149	Rp348,949,073,800
Sawah	0	Rp0	Rp0
Kerusakan jalan	0.15 (Km)	Rp26,945,288	Rp722,845,458
<b>Total</b>		Rp13,034,612,437	Rp349,671,919,258
Skenario 3 pasang tertinggi			
Peruntukan lahan	Luas area tergenang (Ha)	Kerugian Ekonomi (Rp)	Future Value
Tambak	11648.28	Rp70,647,578,806	Rp1,895,221,249,752
Sawah	3283.23	Rp56,190,755,603	Rp1,507,396,514,614
Kerusakan jalan	355.69 (Km)	Rp63,894,462,073	Rp1,714,059,339,430
<b>Total</b>		Rp190,732,796,482	Rp5,116,677,103,796

*Sumber: hasil Perhitungan*

**Tabel 4.52** Total luas genangan dan kerugian ekonomi tiap lahan skenario 4

Skenario 4 pasang rata-rata			
Peruntukan lahan	Luas area tergenang (Ha)	Kerugian Ekonomi (Rp)	Future Value
Tambak	2313.75	Rp14,033,038,828	Rp10,098,968,001,024
Sawah	278.3	Rp4,762,956,227	Rp3,427,692,541,582
Kerusakan jalan	19.84 (Km)	Rp3,563,963,360	Rp2,564,829,497,722
<b>Total</b>		Rp22,359,958,415	Rp16,091,490,040,328
Skenario 4 pasang tertinggi			
Peruntukan lahan	Luas area tergenang (Ha)	Kerugian Ekonomi (Rp)	Future Value
Tambak	12872.5	Rp78,072,519,640	Rp56,185,398,419,529
Sawah	3440.4	Rp58,880,613,020	Rp42,373,817,535,239
Kerusakan jalan	390.22 (Km)	Rp70,097,267,255	Rp50,445,955,977,875
<b>Total</b>		Rp207,050,399,916	Rp149,005,171,932,643

*Sumber: hasil Perhitungan*

**Tabel 4.53** Total kerugian ekonomi tiap skenario kenaikan muka air laut

Pasang rata-rata		
Skenario	Total kerugian ekonomi	Future Value
Skenario 1	Rp 12,446,755,552	Rp 24,030,825,356
Skenario 2	Rp 12,571,880,791	Rp 46,862,484,326
Skenario 3	Rp 13,034,612,437	Rp 349,671,919,258
Skenario 4	Rp 22,359,958,415	Rp 16,091,490,040,328
Pasang tertinggi		
Skenario	Total kerugian ekonomi	Future Value
Skenario 1	Rp 178,548,891,930	Rp 344,722,544,097
Skenario 2	Rp 180,508,624,410	Rp 672,857,364,966
Skenario 3	Rp 190,732,796,482	Rp 5,116,677,103,796
Skenario 4	Rp 207,050,399,916	Rp 149,005,171,932,643

*Sumber: hasil Perhitungan*

Berdasarkan hasil perhitungan diatas kerugian ekonomi terbesar akibat kenaikan muka air laut adalah pada skenario keempat dengan kondisi pasang tertinggi, dimana nilai total kerugian ekonomi mencapai sekitar 207 milyar rupiah dengan nilai *future value* di 100 tahun mendatang mencapai 149 trilyun rupiah. Sedangkan pada kondisi pasang rata-rata nilai kerugian ekonomi mencapai sekitar 22 milyar rupiah dengan nilai *future value* mencapai sekitar 16 trilyun rupiah. Hasil ini diperoleh dengan menggunakan nilai rata-rata inflasi mata uang rupiah dalam 10 tahun terakhir sebesar 6.8%.

#### 4.5. Penentuan kerentanan wilayah kenaikan muka air laut

Penentuan kerentanan wilayah yang terkena dampak kenaikan muka air laut dilihat berdasarkan faktor luas area yang tergenang dan tinggi genangan, masing masing memiliki skala kerentanan dari sangat rendah hingga sangat tinggi. Hasil perhitungan data akan disajikan dalam matrik dan peta kerentanan wilayah pada skenario 4.

**Tabel 4.54** luas genangan, Tinggi Genangan dan nilai kerentanan tiap desa  
Skenario 4 pasang rata-rata (168 cm)

Kecamatan	Desa	Luas tergenang (ha)	nilai kerentanan luas genangan	Tinggi genangan	Nilai kerentanan tinggi genangan
Buduran	Damarsi	93.94	100	-2.54	100
	Dukuh Tengah	50.41	100	-0.89	100
	Sawohan	150.55	100	-1.68	100
Gedangan	Gemurung	8.42	100	-	-
Jabon	Kedungpandan	144.75	100	-0.38	75
	Kupang	48.71	100	-0.68	50
Sedati	Banjarkemuning	12.31	100	-1.68	100
	Bucitan	68.12	100	-	-
	Kalanganyar	1609.72	100	-1.68	100
	Kwangsan	34.09	100	-	-
	Pepe	164.22	100	-2.42	100
	Segorotambak	89.31	100	-	-
	Tambakcemandi	198.36	100	-1.68	100
Sidoarjo	Gebang	7.38	75	-0.21	50
Waru	Tambakoso	0.53	0	-1.68	100

*Sumber: Hasil Perhitungan*

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 4.31 diatas, pada kecamatan buduran seluruh desa yang terkena dampak memiliki nilai kerentanan 100 yang berarti

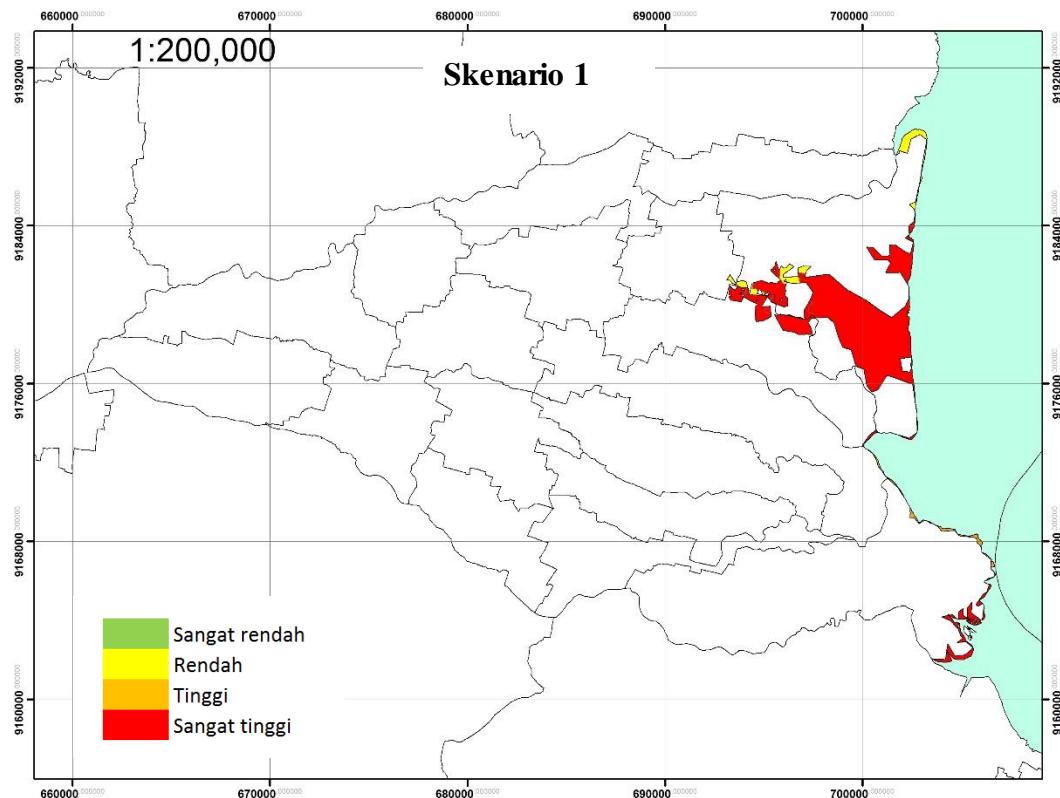
memiliki kerentanan tinggi baik dari luas area tergenang maupun dari tinggi genangan. Untuk kecamatan Gedangan hanya 1 desa yang terendam genangan 168 cm, dan berdasarkan luas area tergenangnya berada pada tingkat kerentanan yang sangat tinggi. Pada kecamatan Jabon terdapat 2 desa yang terendam akibat kenaikan muka air laut skenario 1, desa Kedungpandan memiliki tingkat kerentanan luas genangan sangat tinggi dan kerentanan berdasarkan tinggi genangan bernilai tinggi, sedangkan desa Kupang memiliki nilai kerentanan luas genangan sangat tinggi dan kerentanan berdasarkan tinggi genangan memiliki nilai sedang. Pada kecamatan Sedati seluruh desa yang terendam memiliki tingkat kerentanan sangat tinggi untuk luas genangan dan tinggi genangan. Hal ini dikarenakan kecamatan Sedati hampir sebagian besar wilayahnya berupa tambak dan memiliki elevasi tanah dibawah permukaan laut. Pada kecamatan Sidoarjo, kelurahan Gebang merupakan satu-satunya yang terendam akibat kenaikan muka air laut skenario 1, nilai kerentanan berdasarkan luas tergenang adalah tinggi dan tinggi genangan yang merendam wilayah Gebang setinggi 20 cm yang masuk dalam kategori sedang. Yang terakhir untuk kecamatan Waru, kelurahan yang tergenang adalah Tambakoso dengan luas wilayah tergenang hanya 0,5 hektar sehingga tidak masih dalam kategori kerentanan sangat rendah namun ketinggian genangan banjir di kelurahan Tambakoso mencapai 1,68 meter yang merupakan kategori sangat rentan. Hal ini dikarenakan kelurahan Tambakoso memiliki rata-rata elevasi tanah 0 mdpl.

Setelah diketahui masing-masing nilai kerentanannya, langkah berikutnya adalah melakukan klasifikasi tingkat kerentanan. Klasifikasi tingkat dilakukan untuk menentukan daerah mana yang memiliki tingkat kerentanan paling tinggi sehingga dapat diutamakan dalam upaya adaptasi dan mitigasi kenaikan muka air laut. Hasil klasifikasi tingkat kerentanan akibat kenaikan muka air laut di wilayah Kabupaten Sidoarjo akan disajikan berupa tabel matrik untuk menentukan tingkat kerentanan tiap daerah terkena dampak.

**Tabel 4.55** Matrik daerah rentan skenario 4 pasang rata-rata

		Luas Genangan(Ha)				
		>8 ha (100)	4-8 ha (75)	2-4 ha (50)	1-2 ha (25)	<1 ha (0)
Tinggi Genangan (m)	>0,5 m (100)	Damarsi, Dukuh Tengah, Sawohan, Banjarkemuning, Kalanganyar, Pepe, Tambakcemandi				Tambakoso
	0,3-0,5 m (75)	Kedungpandan,				
	0,2 m – 0,3 m (50)	Kupang	Gebang			
	0,1 m - 0,2 m (25)					
	<0,1 m (0)	Gemurung, Buncitan, Kwangsang, Segorotambak,				

*Keterangan :* merah = sangat tinggi, jingga = tinggi, kuning = rendah, hijau = sangat rendah



**Gambar 4.19** Peta kerentanan wilayah kenaikan muka air laut skenario 4 pasang rata-rata

Berdasarkan tabel dan gambar diatas, daerah terkena dampak yang berada pada warna merah merupakan daerah yang tingkat kerentanannya sangat tinggi, antara lain desa Damarsi, Dukuh Tengah, Sawohan, Banjarkemuning, Kalanganyar, Pepe, Tambak cemandi dan desa kedungpandan. Daerah yang berada pada warna merah merupakan daerah yang akan dilakukan upaya adaptasi dan mitigasi kenaikan muka air laut pada skenario1.

Selanjutnya perhitungan nilai kerentanan kenaikan muka air laut pada skenario 4 pasang tertinggi dapat dilihat pada tabel dibawah berikut,

**Tabel 4.56** luas genangan, Tinggi Genangan dan nilai kerentanan tiap desa  
Skenario 4 pasang tertinggi (300 cm)

KECAMATAN	DESA	LUAS tergenang 300 cm (ha)	nilai kerentanan luas genangan	Tinggi genangan (meter)	Nilai kerentanan tinggi genangan
BUDURAN	BANJARSARI	68.26	100	-	-
	BUDURAN	21.12	100	-	-
	DAMARSI	229.36	100	-3.86	100
	DUKUH TENGAH	91.78	100	-2.21	100
	PRASUNG	292.77	100	-0.03	0
	SAWOHAN	1246.18	100	-3	100
	SIDOMULYO	30.22	100	-0.42	75
	SIWALANPANJI	143.35	100	-0.11	25
	WADUNGASIH	48.27	100	-	-
CANDI	BALONGDOWO	103.96	100	-1.32	100
	BLINGO	24.34	100	-	-
	KALIPECABEAN	105.08	100	-2.38	100
	KEBONSARI	16.12	100	-	-
	KEDUNGPELUK	945.00	100	-3	100
	KENDALCABEAN	152.71	100	-1.92	100
	KLURAK	92.39	100	-	-
	LARANGAN	9.54	100	-	-
	WEDORO	151.18	100	-1.90	100
GEDANGAN	GEMURUNG	25.28	100	-	-
	KETAJEN	36.53	100	-	-
	KRAGAN	15.26	100	-	-



KECAMATAN	DESA	LUAS tergenang 300 cm (ha)	nilai kerentanan luas genangan	Tinggi genangan (meter)	Nilai kerentanan tinggi genangan
	SAWOTRATAP	43.49	100	-0.21	50
	SEMAMBUNG	72.86	100	-	-
	TEBEL	9.25	100	-	-
	WEDI	0.98	0	-	-
JABON	BALONGTANI	68.59	100	-	-
	DUKUHSARI	21.07	100	-	-
	JEMIRAHAN	314.19	100	-	-
	KEBOGUYANG	31.68	100	-	-
	KEDUNGPANDAN	1476.83	100	-1.70	100
	KUPANG	607.13	100	-2	100
	PANGGREH	43.81	100	-	-
	PERMISAN	584.80	100	-2.96	100
	SEMAMBUNG	117.21	100	-1.93	100
	TAMBAKKALISOGO	1209.27	100	-3.00	100
	TROMPOASRI	86.14	100	-1.60	100
PORONG	GLAGAHARUM	63.58	100	-	-
	PLUMBON	428.34	100	-2.76	100
	RENOKENONGO	46.18	100	-	-
SEDATI	BANJARKEMUNING	432.65	100	-3	100
	BETRO	127.97	100	-1.95	100
	BUCITAN	137.57	100	-0.36	75
	CEMANDI	133.51	100	-2.75	100
	GISIKCEMANDI	107.08	100	-2.84	100
	KALANGANYAR	2370.60	100	-3	100
	KWANGSAN	94.30	100	-	-
	PABEAN	140.79	100	-	-
	PEPE	370.48	100	-3.74	100
	PRANTI	148.32	100	-4.13	100
	PULUNGAN	65.95	100	-2.49	100
	SEDATIAGUNG	42.67	100	-1.77	100
	SEDATIGEDE	487.69	100	-1.65	100
	SEGOROTAMBAK	516.46	100	-	-
	SEMAMPIR	130.21	100	-0.12	25
	TAMBAKCEMANDI	442.49	100	-3.00	100
SIDOARJO	BLURU KIDUL	188.80	100	-	-
	BULUSIDOKARE	30.91	100	-0.56	100
	GEBANG	1049.50	100	-1.53	100

KECAMATAN	DESA	LUAS tergenang 300 cm (ha)	nilai kerentanan luas genangan	Tinggi genangan (meter)	Nilai kerentanan tinggi genangan
	KEMIRI	225.64	100	-2.83	100
	PUCANG	5.93	75	-	-
	PUCANGANOM	394.28	100	-3.00	100
	RANGKAH KIDUL	169.08	100	-3	100
	SEKARDANGAN	295.32	100	-3	100
	SIDOKLUMPUK	41.81	100	-0.32	75
TANGGULANGIN	BANJARASRI	163.86	100	-3.00	100
	BANJARPANJI	244.09	100	-3	100
	GEMPOLSARI	45.54	100	-	-
	KALIDAWIR	29.29	100	-	-
	KEDUNGBANTENG	44.89	100	-1.97	100
	KEDUNGBENDO	71.76	100	-1.00	100
	NGABAN	4.00	50	-0.27	50
	PENATARSEWU	176.02	100	-1.23	100
	PUTAT	48.93	100	-1.58	100
	SENTUL	145.51	100	-1.64	100
WARU	KEPUHKIRIMAN	18.31	100	-	-
	KUREKSARI	0.15	0	-	-
	NGINGAS	44.25	100	-	-
	TAMBAKOSO	345.23	100	-3	100
	TAMBAKREJO	343.25	100	-0.90	100
	TAMBAKSAWAH	204.67	100	-3.37	100
	TAMBAKSUMUR	86.13	100	-	-
	TROPODO	80.66	100	-1.85	100
	WADUNGASRI	12.40	100	-	-

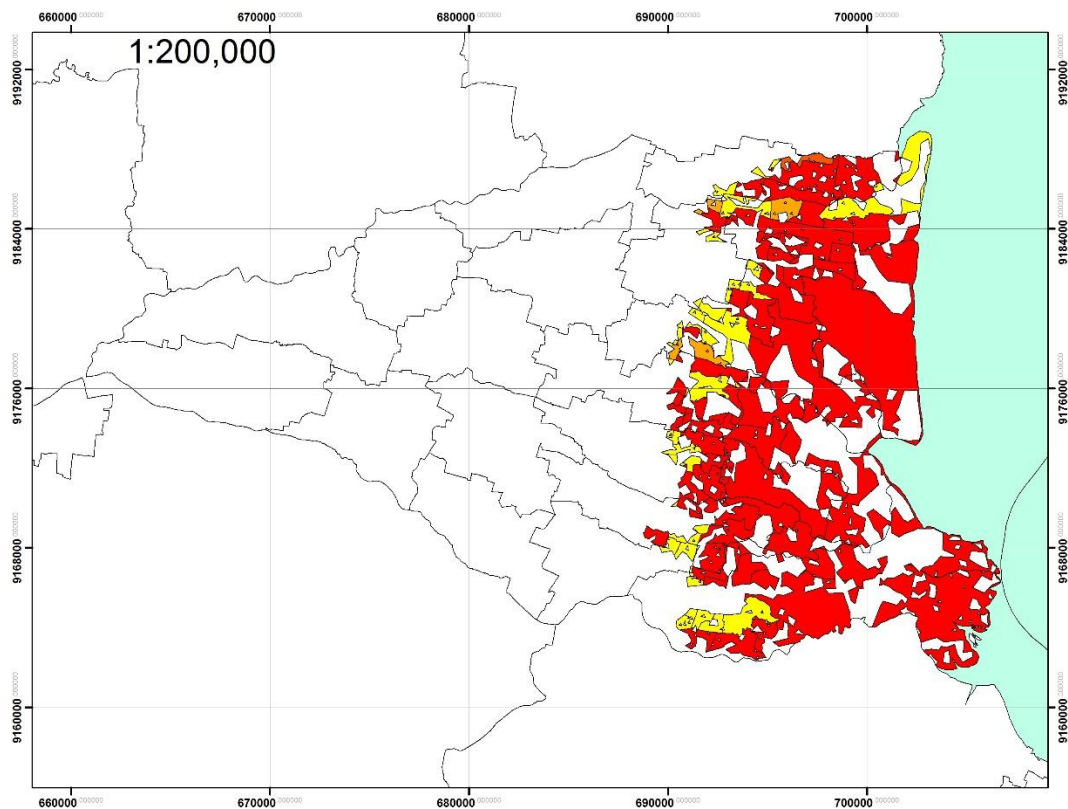
*Sumber: Hasil Perhitungan*

Setelah diketahui masing-masing nilai kerentanannya, langkah berikutnya adalah melakukan klasifikasi tingkat kerentanan. Klasifikasi tingkat dilakukan untuk menentukan daerah mana yang memiliki tingkat kerentanan paling tinggi sehingga dapat diutamakan dalam upaya adaptasi dan mitigasi kenaikan muka air laut. Hasil klasifikasi tingkat kerentanan akibat kenaikan muka air laut di wilayah Kabupaten Sidoarjo akan disajikan berupa tabel matrik untuk menentukan tingkat kerentanan tiap daerah terkena dampak.

**Tabel 4.57** Matrik daerah rentan skenario 4 pasang tertinggi

		Luas Genangan(Ha)				
		>8 ha (100)	4-8 ha (75)	2-4 ha (50)	1-2 ha (25)	<1 ha (0)
Tinggi Genangan (m)	>0,5 m (100)	Damarsi, Dukuh Tengah, Sawohan, Sidomulyo, Balongdowo, Kalipecabean, Kedungpeluk, Kendalcabean, Wedoro, Kedungpandan, Kupang, Permisian, Semambung, Tambakkalisogo, Trompoasri, Plumbon, Banjarkemuning, Betro, Bucitan, Cemandi, Gisikcemandi, Kalanganyar, Pepe, Pranti, Pulungan, Sedatiagung, Sedatigede, Tambakcemandi, Bulusidokare, Gebang, Kemiri, Pucanganom, Rangkah Kidul, Sekardangan, Sidokumpluk, Banjarasri, Banjarpanji, Kedungbanteng, Kedungbendo, Penatarsewu, Putat, Sentul, Tambakoso, Tambakrejo, Tambaksawah, Tropodo				
	0,3-0,5 m (75)	Sidomulyo, Bucitan, Sidoklumpuk				
	0,2 m – 0,3 m (50)	Sawotratap		Ngaban		
	0,1 m - 0,2 m (25)	Siwalanpanji, Semampir				
	<0,1 m (0)	Banjarsari, Buduran, Prasung, Wadungasih, Blingo, Kebonsari, Klurak, Larangan, Gemurung, Ketajen, Kragan, Semambung, Tebel, Balongtani, Dukuhsari, Jemirahan, Keboguyang, Pangreh, Glagaharum, Renokenongo, Kwangsan, Pabean, Segorotambak, Bluru Kidul, Gempolsari, Kalidawir, Kepuhkiriman, Ngingas, Tambaksumur, Wadungasri	Pucang			Wedi, Kureksari

*Keterangan :* merah = sangat tinggi, jingga = tinggi, kuning = rendah, hijau = sangat rendah.



**Gambar 4.20** Peta kerentanan wilayah kenaikan muka air laut skenario 4 pasang tertinggi

Berdasarkan tabel dan gambar diatas, daerah terkena dampak yang berada pada warna merah merupakan daerah yang tingkat kerentanannya sangat tinggi, antara lain desa Damarsi, Dukuh Tengah, Sawohan, Sidomulyo, Balongdowo, Kalipecabean, Kedungpeluk, Kendalcabean, Wedoro, Kedungpandan, Kupang, Permisan, Semambung, Tambakkalisogo, Trompoasri, Plumbon, Banjarkemuning, Betro, Cemandi, Gisikcemandi, Kalanganyar, Pepe, Pranti, Pulungan, Sedatiagung, Sedatigede, Tambakcemandi, Bulusidokare, Gebang, Kemiri, Pucanganom, Rangkah Kidul, Sekardangan, Banjarasri, Banjarpanji, Kedungbanteng, Kedungbendo, Penatarsewu, Putat, Sentul, Tambakoso, Tambakrejo, Tambaksawah, Tropodo, Sidomulyo, Bucitan, Sidoklumpuk. Daerah yang berada pada warna merah merupakan daerah yang akan dilakukan upaya adaptasi dan mitigasi kenaikan muka air laut pada skenario 4.

#### **4.6. Strategi adaptasi mitigasi genangan banjir**

Strategi adaptasi dan mitigasi genangan banjir di wilayah pesisir kabupaten Sidoarjo dilakukan berdasarkan nilai kerentanan yang berasal dari tinggi genangan dan luas genangan banjir di tiap wilayah kabupaten Sidoarjo.

##### **4.6.1. Kondisi eksisting wilayah terkena dampak di Kabupaten Sidoarjo**

###### **4.6.1.1. Kecamatan Buduran**

Kecamatan buduran terdapat empat desa yang merupakan wilayah sangat rentan terhadap kenaikan muka air laut berdasarkan indeks kerentanan fisik tinggi genangan dan luas genangan. Desa yang masuk dalam kategori sangat rentan antara lain Damarsi, Dukuh Tengah, Sawohan dan Sidomulyo. Keempat desa tersebut sebagian besar peruntukan lahannya berupa sawah dan tambak. Berdasarkan survey lapangan sebagian besar tambak di wilayah Buduran sudah dilengkapi jaringan untuk antisipasi terhadap banjir sewaktu-waktu dapat menggenangi tambak tersebut.



**Gambar 4.21** Tambak di desa damarsi, Kecamatan Buduran

###### **4.6.1.2. Kecamatan Candi**

Candi merupakan kecamatan di kabupaten Sidoarjo yang Sebagian besar wilayahnya merupakan Sawah. Berdasarkan hasil analisa, di kecamatan Candi terdapat lima desa yang merupakan wilayah sangat rentan terhadap kenaikan muka air laut, desa yang masuk dalam kategori sangat rentan antara lain Balongdowo, Kalipecabean, Kedungpeluk, Kendalcabean, Wedoro.



**Gambar 4.22** Sawah di desa Kedungpeluk, Kecamatan Candi

#### **4.6.1.3. Kecamatan Jabon**

Jabon merupakan kecamatan terluas di kabupaten Sidoarjo. Sebagian besar wilayah Jabon merupakan Tambak. Berdasarkan hasil analisa, di kecamatan Jabon terdapat enam desa yang merupakan wilayah sangat rentan terhadap kenaikan muka air laut, desa yang masuk dalam kategori sangat rentan antara lain Kedungpandan, Kupang, Permisan, Semambung, Tambakkalisogo, Trompoasri. Berdasarkan survey dilapangan sebagian besar tambak di wilayah Jabon belum dilengkapi jaring-jaring untuk antisipasi terhadap banjir sehingga terdapat kemungkinan lepasnya ikan pada saat banjir terjadi di wilayah tambak.



**Gambar 4.23** Tambak di desa Tambakkalisogo, Kecamatan Jabon

#### **4.6.1.4. Kecamatan Porong**

Kecamatan Porong terdapat satu desa yang merupakan wilayah sangat rentan terhadap kenaikan muka air laut berdasarkan indeks kerentanan fisik tinggi genangan dan luas genangan, desa tersebut adalah desa Plumbon. Berdasarkan survey lapangan sebagian besar tambak di wilayah Plumbon belum dilengkapi jaring-jaring untuk antisipasi terhadap banjir sehingga terdapat kemungkinan lepasnya ikan pada saat banjir terjadi di wilayah tambak.



**Gambar 4.24** Tambak di desa Plumbon, Kecamatan Porong

#### **4.6.1.5. Kecamatan Sedati**

Sedati merupakan kecamatan di kabupaten Sidoarjo yang luas wilayahnya paling besar terkena dampak akibat kenaikan muka air laut. Sebagian besar wilayah Sedati merupakan Tambak, Sawah dan transportasi (bandara). Berdasarkan hasil analisa, di kecamatan Sedati terdapat 12 desa yang merupakan wilayah sangat rentan terhadap kenaikan muka air laut, desa yang masuk dalam kategori sangat rentan antara lain Banjarkemuning, Betro, Bucitan, Cemandi, Gisikcemandi, Kalanganyar, Pepe, Pranti, Pulungan, Sedatiagung, Sedatigede, Tambakcemandi. Berdasarkan survey lapangan sebagian besar tambak di wilayah Sedati sudah dilengkapi jaring-jaring untuk antisipasi terhadap banjir sewaktu-waktu dapat menggenangi tambak tersebut.





**Gambar 4.25** Tambak di Tambakcemandi, Kecamatan Sedati



**Gambar 4.26** Bandara Juanda, Kecamatan Sedati

#### **4.6.1.6. Kecamatan Sidoarjo**

Kecamatan Sidoarjo merupakan Ibukota pemerintahan Kabupaten Sidoarjo, sebagian besar wilayahnya berupa sawah dan pemukiman padat penduduk. Berdasarkan hasil analisa terdapat tujuh desa yang merupakan wilayah sangat rentan terhadap kenaikan muka air laut berdasarkan indeks kerentanan fisik tinggi genangan dan luas genangan, desa tersebut antara lain desa Bulusidokare, Gebang, Kemiri, Pucanganom, Rangkah Kidul, Sekardangan, Sidokumpluk.





**Gambar 4.27** Pemukiman di kelurahan Bulusidokare, Kecamatan Sidoarjo

#### **4.6.1.7. Kecamatan Tanggulangin**

Beberapa desa di kecamatan Tanggulangin telah berubah peruntukan lahannya dikarenakan bencana lumpur Lapindo, salah satunya adalah desa Kedungbendo. Pada kecamatan Tanggulangin yang sebagian besar wilayahnya berupa sawah dan tambak ini terdapat tujuh desa yang merupakan wilayah sangat rentan terhadap kenaikan muka air laut berdasarkan analisa indeks kerentanan fisik tinggi genangan dan luas genangan, desa tersebut antara lain desa Banjarasri, Banjarpanji, Kedungbanteng, Kedungbendo, Penatarsewu, Putat, Sentul.



**Gambar 4.28** Desa Kedungbendo, Kecamatan Sidoarjo

#### **4.6.1.8. Kecamatan Waru**

Waru merupakan kecamatan di kabupaten Sidoarjo yang berbatasan langsung dengan Surabaya. Sebagian besar wilayah Sedati merupakan Tambak dan pemukiman Padat. Berdasarkan hasil analisa, di kecamatan waru terdapat empat desa yang merupakan wilayah sangat rentan terhadap kenaikan muka air laut, desa yang masuk dalam kategori sangat rentan antara lain desa Tambakoso, Tambakrejo, Tambaksawah, dan Tropodo. Berdasarkan survey lapangan sebagian besar tambak di wilayah Tambakoso, kecamatan Waru sudah dilengkapi jaring-jaring untuk antisipasi terhadap banjir sewaktu-waktu dapat menggenangi tambak tersebut.



**Gambar 4.29** Pemukiman dan tambak di desa Tambakoso, kecamatan Waru

#### **4.6.2. Analisis Alternatif Strategi Adaptasi dan Mitigasi wilayah Tergenang**

Analisis ini merupakan alternatif strategi yang dapat dilakukan dalam mengantisipasi potensi kerentanan bencana akibat kenaikan permukaan air laut pada tahun 2033, tahun 2063 dan tahun 2113. Secara garis besar strategi yang dapat diterapkan dalam mengatasi kerentanan bencana ini yakni adaptasi dan mitigasi. Strategi adaptasi yakni bersifat menyesuaikan dengan perubahan yang terjadi akibat bencana tersebut dengan tetap berupaya menggunakan kawasan-kawasan yang ada. Strategi mitigasi yakni bersifat melawan terhadap kerawanan kenaikan permukaan air laut atau upaya pencegahan dalam mengurangi dampak kenaikan muka air laut.

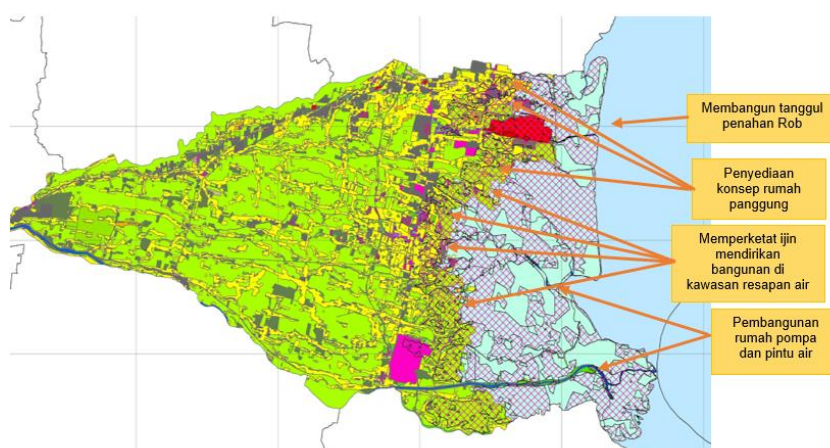
Penentuan strategi adaptasi dan mitigasi di wilayah Sidoarjo ditentukan berdasarkan peruntukan lahan yang paling luas terkena dampak dan

Beberapa upaya adaptasi dan mitigasi yang bisa diterapkan pada daerah rawan banjir rob:

#### 1. Kawasan Permukiman

Berdasarkan hasil analisa menggunakan GIS, wilayah permukiman di Kabupaten Sidoarjo baru akan terendam pada skenario 3 yaitu tahun 2063, sehingga arahan aksi adaptasi dan mitigasi untuk kawasan permukiman di Kabupaten Sidoarjo bisa dilakukan sebelum tahun 2063.

- a. Pembangunan tanggul penahan rob (2113)
- b. Membangun pintu air dan rumah pompa (2063)
- c. Penyediaan konsep rumah panggung (2063)
- d. Pembentukan organisasi pemerintahan maupun non pemerintahan siaga bencana (2063)
- e. Penyediaan sistem informasi bahaya peringatan dini (2063)
- f. Penyediaan peta bahaya dan resiko kenaikan muka air laut (2063)
- g. Memperketat ijin mendirikan bangunan di kawasan resapan air (2063)

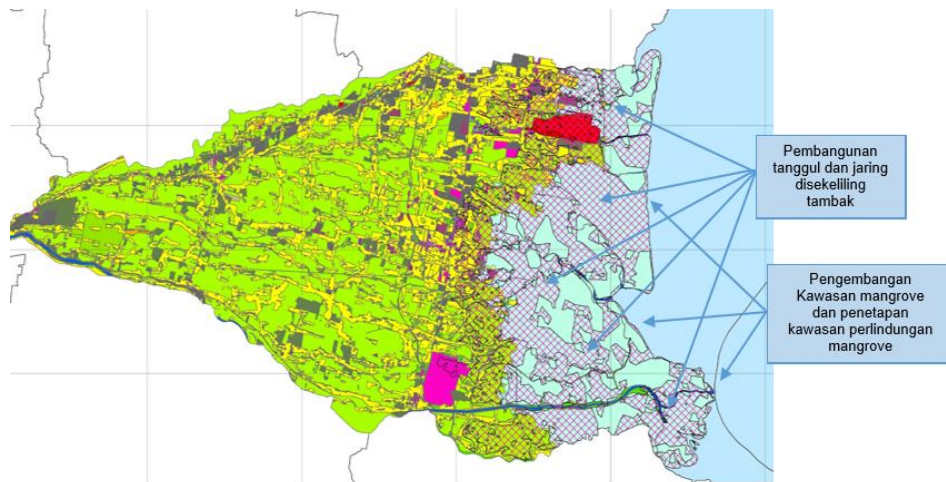


**Gambar 4.30** Peta arahan adaptasi kawasan Permukiman

#### 2. Kawasan Pertambakan:

Berdasarkan hasil analisa menggunakan GIS, wilayah tambak merupakan wilayah yang mendominasi di pesisir Kabupaten Sidoarjo, wilayah akan terendam dalam 10 tahun mendatang sehingga arahan aksi adaptasi dan mitigasi untuk kawasan pertambakan di Kabupaten Sidoarjo bisa diterapkan sebelum tahun 2023.

- a. Pembangunan kawasan mangrove (2033)
- b. Membangun tanggul disekeliling tambak (2023)
- c. Pemasangan jaring atau waring disekeliling tambak (2023)
- d. Menetapkan kebijakan mengenai perlindungan mangrove (2023)
- e. Perbaikan pola penanaman mangrove (2023)



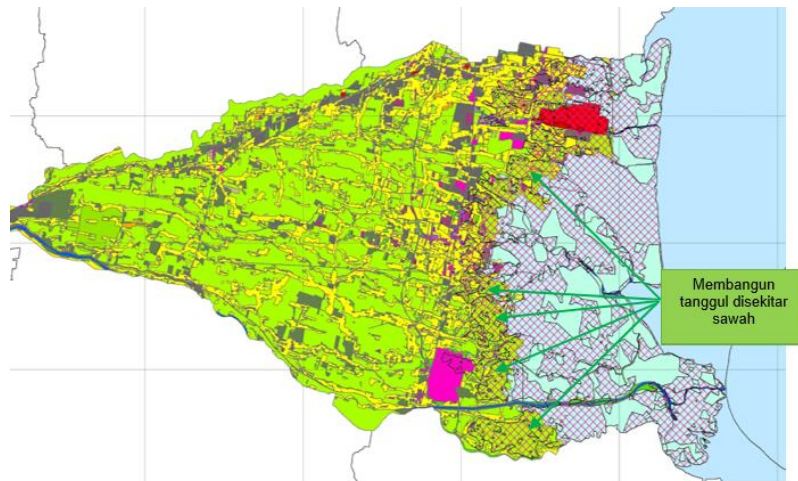
**Gambar 4.31** Peta arahan adaptasi kawasan Tambak

### 3. Kawasan Pertanian (Sawah)

Berdasarkan hasil analisa menggunakan GIS, wilayah pertanian di Kabupaten Sidoarjo baru akan terndam pada skenario 4 yaitu tahun 2113, sehingga arahan aksi adaptasi dan mitigasi untuk kawasan pertanian di Kabupaten Sidoarjo bisa dilakukan sebelum tahun 2113.

- a. Membangun tanggul disekeliling sawah (2113)
- b. Membangun bozem-bozem penampung air (2113)





**Gambar 4.32** Peta arahan adaptasi kawasan Pertanian (Sawah)

**“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”**

## LAMPIRAN

### a. Data Pasang Surut Stasiun Surabaya Tahun 2006

JANUARI			FEBRUARI			MARET			APRIL			MEI			JUNI			JULI			AGUSTUS			SEPTEMBER			OKTOBER			NOVEMBER			DESEMBER		
TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN
1	2.8	0.1	1	2.6	0.2	1	2.5	0.3	1	2.4	0.6	1	2.60	0.40	1	2.40	0.50	1	2.20	0.70	1	1.90	1.1	1	2.2	0.9	1	2.2	0.6	1	2.2	0.6	1	2.4	0.9
2	2.7	0.1	2	2.5	0.4	2	2.4	0.5	2	2.4	0.7	2	2.50	0.50	2	2.20	0.60	2	2.00	0.80	2	2	1.2	2	2.2	0.7	2	2.1	0.5	2	2.3	0.6	2	2.6	0.8
3	2.7	0.1	3	2.2	0.6	3	2.3	0.7	3	2.4	0.8	3	2.40	0.60	3	2.00	0.70	3	1.80	1.00	3	2.1	1	3	2.2	0.5	3	2.2	0.4	3	2.5	0.7	3	2.7	0.5
4	2.6	0.3	4	2	0.9	4	2.2	0.9	4	2.3	0.8	4	2.30	0.60	4	2.00	0.80	4	1.90	1.20	4	2.2	0.8	4	2.3	0.3	4	2.3	0.4	4	2.6	0.8	4	2.8	0.3
5	2.3	0.5	5	2.1	1.1	5	2.2	1	5	2.2	0.7	5	2.10	0.60	5	2.00	1.00	5	2.10	1.20	5	2.3	0.5	5	2.5	0.2	5	2.3	0.4	5	2.7	0.5	5	2.8	0.2
6	2.1	0.7	6	2.1	1.1	6	2.2	1	6	2.1	0.7	6	2.10	0.60	6	2.10	1.00	6	2.20	0.90	6	2.5	0.3	6	2.5	0.2	6	2.4	0.5	6	2.7	0.4	6	2.7	0.1
7	2.1	0.9	7	2.2	0.9	7	2.2	0.9	7	2.1	0.5	7	2.10	0.60	7	2.20	1.00	7	2.40	0.60	7	2.6	0.2	7	2.6	0.3	7	2.5	0.6	7	2.7	0.3	7	2.6	0.1
8	2.2	1.1	8	2.3	0.6	8	2	0.8	8	2.1	0.5	8	2.10	0.70	8	2.40	0.70	8	2.50	0.40	8	2.7	0.1	8	2.6	0.3	8	2.5	0.6	8	2.7	0.3	8	2.5	0.2
9	2.3	1	9	2.4	0.4	9	2	0.6	9	2.1	0.5	9	2.20	0.80	9	2.50	0.50	9	2.70	0.20	9	2.7	0.1	9	2.5	0.5	9	2.6	0.5	9	2.6	0.3	9	2.4	0.3
10	2.4	0.8	10	2.5	0.3	10	2.2	0.4	10	2.1	0.5	10	2.30	0.90	10	2.70	0.30	10	2.80	0.10	10	2.7	0.2	10	2.3	0.7	10	2.5	0.5	10	2.5	0.4	10	2.4	0.4
11	2.5	0.5	11	2.5	0.2	11	2.3	0.3	11	2.2	0.6	11	2.40	0.70	11	2.80	0.20	11	2.80	0.10	11	2.7	0.2	11	2.3	0.8	11	2.5	0.5	11	2.4	0.5	11	2.3	0.5
12	2.6	0.3	12	2.6	0.2	12	2.4	0.3	12	2.2	0.7	12	2.60	0.50	12	2.80	0.20	12	2.80	0.10	12	2.5	0.4	12	2.3	0.8	12	2.5	0.6	12	2.3	0.6	12	2	0.7
13	2.7	0.2	13	2.6	0.2	13	2.4	0.3	13	2.3	0.7	13	2.70	0.40	13	2.90	0.10	13	2.80	0.20	13	2.3	0.6	13	2.3	0.9	13	2.4	0.7	13	2.1	0.6	13	2	0.9
14	2.7	0.1	14	2.5	0.3	14	2.4	0.4	14	2.5	0.5	14	2.80	0.30	14	2.80	0.20	14	2.60	0.30	14	2.1	0.9	14	2.2	0.9	14	2.3	0.6	14	2.1	0.7	14	2.1	1
15	2.7	0.1	15	2.4	0.4	15	2.3	0.5	15	2.5	0.5	15	2.80	0.30	15	2.60	0.30	15	2.40	0.40	15	2.1	1.1	15	2.2	0.8	15	2.1	0.6	15	2.1	0.7	15	2.1	1.1
16	2.6	0.2	16	2.3	0.6	16	2.2	0.7	16	2.6	0.5	16	2.80	0.30	16	2.50	0.40	16	2.10	0.60	16	2.1	1.1	16	2.1	0.6	16	2.1	0.5	16	2.2	0.9	16	2.3	1.3
17	2.5	0.3	17	2.2	0.7	17	2.2	0.8	17	2.6	0.6	17	2.70	0.40	17	2.20	0.50	17	2.00	0.90	17	2.1	1	17	2	0.4	17	2.1	0.5	17	2.3	1	17	2.5	0.8
18	2.4	0.4	18	2.1	0.9	18	2.3	0.8	18	2.6	0.6	18	2.50	0.50	18	1.90	0.70	18	2.00	1.10	18	2.1	0.7	18	2.1	0.3	18	2.2	0.6	18	2.4	0.9	18	2.6	0.6
19	2.3	0.6	19	2.1	1	19	2.4	0.8	19	2.5	0.7	19	2.30	0.50	19	2.00	0.80	19	2.10	1.10	19	2.2	0.4	19	2.2	0.3	19	2.2	0.6	19	2.6	0.7	19	2.7	0.4
20	2.1	0.8	20	2.2	1.1	20	2.4	0.9	20	2.3	0.6	20	2.00	0.60	20	2.20	0.90	20	2.20	0.80	20	2.3	0.3	20	2.3	0.4	20	2.3	0.8	20	2.7	0.5	20	2.8	0.2
21	1.9	0.9	21	2.2	1	21	2.4	0.9	21	2.1	0.6	21	2.00	0.60	21	2.30	0.90	21	2.40	0.50	21	2.4	0.2	21	2.3	0.4	21	2.4	0.8	21	2.8	0.4	21	2.8	0.2
22	2	1.1	22	2.2	0.9	22	2.3	0.8	22	2	0.6	22	2.20	0.60	22	2.40	0.60	22	2.40	0.30	22	2.5	0.2	22	2.3	0.6	22	2.5	0.7	22	2.8	0.3	22	2.8	0.1
23	2.1	1.2	23	2.3	0.6	23	2.1	0.8	23	2.1	0.5	23	2.30	0.70	23	2.60	0.40	23	2.50	0.20	23	2.5	0.2	23	2.2	0.7	23	2.6	0.6	23	2.8	0.3	23	2.7	0.2
24	2.3	1	24	2.4	0.4	24	2.2	0.6	24	2.2	0.5	24	2.50	0.70	24	2.60	0.20	24	2.60	0.10	24	2.5	0.3	24	2.1	0.8	24	2.6	0.5	24	2.7	0.3	24	2.6	0.2
25	2.4	0.7	25	2.6	0.3	25	2.3	0.4	25	2.3	0.5	25	2.60	0.50	25	2.70	0.10	25	2.70	0.10	25	2.4	0.5	25	2.4	0.8	25	2.7	0.5	25	2.6	0.4	25	2.5	0.5
26	2.5	0.5	26	2.6	0.2	26	2.4	0.3	26	2.5	0.6	26	2.70	0.30	26	2.70	0.10	26	2.70	0.10	26	2.3	0.6	26	2.4	0.7	26	2.6	0.5	26	2.5	0.4	26	2.3	0.5
27	2.7	0.3	27	2.7	0.1	27	2.4	0.3	27	2.5	0.5	27	2.7	0.2	27	2.70	0.10	27	2.60	0.20	27	2.10	0.80	27	2.40	0.8	27	2.6	0.6	27	2.3	0.5	27	2	0.7
28	2.8	0.1	28	2.6	0.2	28	2.4	0.4	28	2.6	0.4	28	2.70	0.20	28	2.60	0.20	28	2.50	0.40	28	2	0.9	28	2.5	0.8	28	2.5	0.6	28	2.1	0.6	28	2.1	0.9
29	2.8	0.1				29	2.3	0.4	29	2.6	0.4	29	2.70	0.20	29	2.50	0.30	29	2.30	0.60	29	2.1	1.1	29	2.4	0.9	29	2.3	0.6	29	2.1	0.7	29	2.3	1
30	2.7	0				30	2.4	0.6	30	2.6	0.4	30	2.70	0.30	30	2.40	0.50	30	2.10	0.80	30	2.2	1.1	30	2.3	0.8	30	2.1	0.6	30	2.3	0.8	30	2.4	1
31	2.7	0.1				31	2.5	0.6				31	2.60	0.40				31	1.90	0.90	31	2.2	1.1				31	2.1	0.6				31	2.5	0.7

**b. Data Pasang Surut Stasiun Surabaya Tahun 2007**

ANUARI			FEBRUARI			MARET			APRIL			MEI			JUNI			JULI			AGUSTUS			SEPTEMBER			OKTOBER			NOVEMBER			DESEMBER		
TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN
1	2.7	0.4	1	2.7	0.1	1	2.4	0.2	1	2.2	0.5	1	2.40	0.60	1	2.70	0.30	1	2.80	0.10	1	2.60	0.3	1	2.3	0.9	1	2.5	0.6	1	2.4	0.5	1	2.2	0.5
2	2.7	0.2	2	2.7	0.1	2	2.5	0.2	2	2.2	0.7	2	2.50	0.50	2	2.80	0.20	2	2.80	0.20	2	2.4	0.5	2	2.3	0.9	2	2.5	0.7	2	2.2	0.5	2	2	0.7
3	2.7	0.1	3	2.6	0.1	3	2.5	0.2	3	2.3	0.7	3	2.60	0.40	3	2.80	0.30	3	2.70	0.20	3	2.2	0.6	3	2.3	0.9	3	2.3	0.7	3	2.1	0.5	3	2.1	0.8
4	2.7	0	4	2.5	0.2	4	2.4	0.3	4	2.4	0.7	4	2.70	0.40	4	2.70	0.30	4	2.50	0.40	4	2.1	0.9	4	2.2	0.9	4	2.2	0.6	4	2.2	0.6	4	2.2	1
5	2.7	0	5	2.4	0.4	5	2.2	0.5	5	2.5	0.7	5	2.70	0.50	5	2.60	0.40	5	2.30	0.50	5	2.1	1.1	5	2.2	0.7	5	2	0.5	5	2.2	0.7	5	2.3	1.1
6	2.6	0.1	6	2.3	0.6	6	2.1	0.7	6	2.5	0.7	6	2.70	0.50	6	2.40	0.50	6	2.00	0.70	6	2.1	1.1	6	2.1	0.4	6	2.1	0.4	6	2.3	0.8	6	2.4	0.9
7	2.5	0.3	7	2.1	0.8	7	2.2	0.9	7	2.5	0.7	7	2.60	0.60	7	2.10	0.60	7	2.00	0.90	7	2.2	0.9	7	2.2	0.4	7	2.2	0.4	7	2.4	0.9	7	2.5	0.7
8	2.4	0.5	8	2	1	8	2.2	1	8	2.5	0.8	8	2.40	0.60	8	1.90	0.80	8	2.10	1.10	8	2.2	0.6	8	2.3	0.2	8	2.2	0.4	8	2.5	0.8	8	2.6	0.5
9	2.2	0.6	9	2	1.1	9	2.3	1	9	2.4	0.8	9	2.20	0.60	9	2.00	0.90	9	2.20	1.00	9	2.4	0.4	9	2.4	0.2	9	2.2	0.6	9	2.5	0.6	9	2.7	0.4
10	2.2	0.8	10	2.1	1.2	10	2.3	1	10	2.2	0.7	10	1.90	0.70	10	2.20	0.90	10	2.40	0.70	10	2.5	0.2	10	2.5	0.3	10	2.3	0.7	10	2.6	0.5	10	2.8	0.3
11	1.9	1	11	2.1	1	11	2.3	1	11	2	0.7	11	2.00	0.60	11	2.40	0.80	11	2.50	0.40	11	2.5	0.1	11	2.4	0.4	11	2.4	0.8	11	2.7	0.4	11	2.8	0.2
12	2	1.2	12	2.2	0.8	12	2.2	0.9	12	2	0.6	12	2.20	0.70	12	2.50	0.60	12	2.60	0.20	12	2.6	0.1	12	2.4	0.5	12	2.4	0.7	12	2.7	0.4	12	2.7	0.2
13	2.1	1.1	13	2.3	0.6	13	2.1	0.7	13	2.1	0.5	13	2.30	0.70	13	2.70	0.30	13	2.70	0.10	13	2.6	0.1	13	2.2	0.7	13	2.5	0.6	13	2.7	0.4	13	2.6	0.3
14	2.3	0.9	14	2.5	0.4	14	2.2	0.5	14	2.2	0.5	14	2.50	0.70	14	2.80	0.20	14	2.80	0.00	14	2.6	0.3	14	2.2	0.9	14	2.5	0.6	14	2.6	0.4	14	2.6	0.4
15	2.5	0.6	15	2.6	0.3	15	2.3	0.4	15	2.3	0.5	15	2.60	0.50	15	2.80	0.10	15	2.80	0.00	15	2.5	0.4	15	2.2	0.9	15	2.6	0.6	15	2.4	0.5	15	2.4	0.5
16	2.6	0.4	16	2.7	0.2	16	2.4	0.3	16	2.4	0.6	16	2.70	0.30	16	2.80	0.10	16	2.70	0.10	16	2.3	0.6	16	2.3	0.9	16	2.5	0.7	16	2.4	0.6	16	2.2	0.6
17	2.7	0.3	17	2.7	0.2	17	2.5	0.3	17	2.5	0.5	17	2.80	0.20	17	2.70	0.10	17	2.60	0.20	17	2.1	0.8	17	2.3	0.9	17	2.5	0.7	17	2.2	0.6	17	2	0.8
18	2.8	0.2	18	2.6	0.2	18	2.5	0.3	18	2.6	0.4	18	2.80	0.20	18	2.70	0.20	18	2.40	0.40	18	2	1	18	2.3	1	18	2.4	0.8	18	2	0.7	18	2.2	0.9
19	2.8	0.1	19	2.5	0.3	19	2.4	0.4	19	2.6	0.4	19	2.70	0.20	19	2.50	0.30	19	2.20	0.60	19	2	1.1	19	2.3	0.9	19	2.3	0.7	19	2.1	0.7	19	2.3	1
20	2.7	0.1	20	2.4	0.5	20	2.4	0.6	20	2.6	0.4	20	2.70	0.30	20	2.30	0.50	20	2.00	0.80	20	2.1	1.2	20	2.2	0.7	20	2	0.6	20	2.3	0.8	20	2.5	0.9
21	2.7	0.2	21	2.3	0.7	21	2.4	0.7	21	2.6	0.5	21	2.50	0.40	21	2.10	0.70	21	1.80	1.00	21	2.1	1	21	2.1	0.6	21	2	0.6	21	2.4	0.9	21	2.6	0.6
22	2.6	0.3	22	2.3	0.9	22	2.4	0.7	22	2.5	0.6	22	2.30	0.50	22	1.80	0.90	22	1.90	1.20	22	2.1	0.8	22	2.1	0.5	22	2.1	0.6	22	2.6	0.7	22	2.7	0.4
23	2.4	0.4	23	2.2	1	23	2.4	0.7	23	2.3	0.6	23	2.10	0.60	23	1.90	1.00	23	2.00	1.20	23	2.1	0.6	23	2.2	0.4	23	2.3	0.6	23	2.7	0.5	23	2.8	0.2
24	2.2	0.7	24	2.2	1	24	2.3	0.8	24	2.1	0.6	24	2.00	0.70	24	2.00	1.10	24	2.10	0.90	24	2.2	0.4	24	2.3	0.4	24	2.4	0.7	24	2.8	0.3	24	2.8	0.1
25	2.1	0.9	25	2.1	0.9	25	2.3	0.8	25	2.1	0.6	25	2.10	0.70	25	2.10	1.00	25	2.20	0.70	25	2.4	0.3	25	2.4	0.5	25	2.6	0.7	25	2.8	0.2	25	2.8	0
26	2.1	1.1	26	2.2	0.7	26	2.1	0.7	26	2.1	0.5	26	2.10	0.80	26	2.30	0.70	26	2.40	0.50	26	2.5	0.2	26	2.4	0.5	26	2.7	0.5	26	2.8	0.2	26	2.7	0
27	2.2	1.1	27	2.3	0.5	27	2	0.6	27	2.2	0.6	27	2.2	0.9	27	2.40	0.50	27	2.50	0.30	27	2.60	0.20	27	2.40	0.6	27	2.7	0.4	27	2.7	0.1	27	2.6	0.1
28	2.3	0.8	28	2.4	0.3	28	2	0.5	28	2.2	0.6	28	2.30	0.80	28	2.60	0.40	28	2.60	0.20	28	2.6	0.3	28	2.5	0.8	28	2.7	0.3	28	2.6	0.2	28	2.5	0.3
29	2.4	0.6				29	2.1	0.4	29	2.3	0.7	29	2.40	0.70	29	2.70	0.20	29	2.70	0.10	29	2.6	0.4	29	2.5	0.9	29	2.7	0.3	29	2.6	0.3	29	2.4	0.4
30	2.5	0.3				30	2.2	0.4	30	2.3	0.9	30	2.50	0.50	30	2.80	0.20	30	2.70	0.10	30	2.5	0.5	30	2.5	0.8	30	2.6	0.4	30	2.4	0.4	30	2.1	0.6
31	2.6	0.1				31	2.3	0.4				31	2.70	0.40				31	2.70	0.20	31	2.3	0.7				31	2.5	0.5				31	1.8	0.9



c. Data Pasang Surut Stasiun Surabaya Tahun 2008

JANUARI			FEBRUARI			MARET			APRIL			MEI			JUNI			JULI			AGUSTUS			SEPTEMBER			OKTOBER			NOVEMBER			DESEMBER		
TGL	PASA MAX	SUR MIN	TGL	PASA MAX	SUR MIN	TGL	PASA MAX	SUR MIN	TGL	PASA MAX	SUR MIN	TGL	PASA MAX	SUR MIN	TGL	PASA MAX	SUR MIN	TGL	PASA MAX	SUR MIN	TGL	PASA MAX	SUR MIN	TGL	PASA MAX	SUR MIN	TGL	PASA MAX	SUR MIN	TGL	PASA MAX	SUR MIN	TGL	PASA MAX	SUR MIN
1	2	1.1	1	2.1	0.9	1	2.1	0.8	1	2.1	0.6	1	2.10	0.70	1	2.60	0.50	1	2.70	0.20	1	2.70	0	1	2.4	0.5	1	2.4	0.7	1	2.6	0.4	1	2.6	0.3
2	2.1	1.2	2	2.3	0.6	2	2.1	0.6	2	2.2	0.5	2	2.30	0.80	2	2.70	0.30	2	2.80	0.10	2	2.7	0.1	2	2.3	0.7	2	2.4	0.7	2	2.6	0.5	2	2.5	0.4
3	2.2	1	3	2.4	0.5	3	2.2	0.5	3	2.2	0.5	3	2.40	0.70	3	2.80	0.20	3	2.80	0.00	3	2.6	0.2	3	2.2	0.9	3	2.4	0.7	3	2.5	0.6	3	2.4	0.5
4	2.4	0.7	4	2.5	0.3	4	2.4	0.4	4	2.2	0.6	4	2.60	0.50	4	2.80	0.10	4	2.80	0.00	4	2.5	0.4	4	2.2	0.9	4	2.4	0.7	4	2.4	0.6	4	2.3	0.6
5	2.5	0.5	5	2.6	0.2	5	2.5	0.4	5	2.2	0.7	5	2.70	0.30	5	2.90	0.10	5	2.70	0.10	5	2.3	0.6	5	2.2	1	5	2.4	0.8	5	2.3	0.7	5	2	0.8
6	2.6	0.4	6	2.6	0.2	6	2.5	0.3	6	2.5	0.6	6	2.80	0.20	6	2.80	0.10	6	2.60	0.20	6	2	0.8	6	2.2	1	6	2.4	0.8	6	2.1	0.7	6	2	0.9
7	2.7	0.2	7	2.7	0.2	7	2.5	0.4	7	2.6	0.5	7	2.80	0.20	7	2.60	0.20	7	2.40	0.40	7	2	1	7	2.2	1	7	2.3	0.8	7	2	0.8	7	2.2	1
8	2.7	0.2	8	2.6	0.3	8	2.4	0.5	8	2.6	0.4	8	2.70	0.30	8	2.50	0.40	8	2.20	0.60	8	2	1.2	8	2.2	0.8	8	2.1	0.7	8	2.1	0.8	8	2.3	1.1
9	2.7	0.2	9	2.4	0.4	9	2.3	0.6	9	2.6	0.5	9	2.60	0.40	9	2.20	0.50	9	1.90	0.90	9	2	1.2	9	2.1	0.6	9	2	0.6	9	2.3	0.9	9	2.5	0.9
10	2.7	0.2	10	2.4	0.5	10	2.4	0.7	10	2.6	0.6	10	2.50	0.40	10	2.00	0.70	10	1.90	1.10	10	2	0.9	10	2	0.5	10	2	0.6	10	2.4	0.9	10	2.7	0.6
11	2.5	0.3	11	2.2	0.7	11	2.4	0.9	11	2.4	0.6	11	2.20	0.50	11	2.00	0.90	11	2.00	1.30	11	2.1	0.7	11	2.1	0.4	11	2.1	0.6	11	2.6	1	11	2.8	0.4
12	2.5	0.4	12	2.2	0.9	12	2.4	0.8	12	2.3	0.6	12	2.00	0.60	12	2.10	0.90	12	2.10	1.00	12	2.2	0.5	12	2.3	0.4	12	2.2	0.7	12	2.7	0.5	12	2.9	0.2
13	2.3	0.5	13	2.2	1.1	13	2.3	0.9	13	2.1	0.6	13	2.00	0.60	13	2.20	1.10	13	2.20	0.70	13	2.3	0.4	13	2.3	0.4	13	2.4	0.7	13	2.8	0.3	13	2.9	0.1
14	2.1	0.7	14	2.2	1	14	2.2	0.8	14	2	0.5	14	2.10	0.60	14	2.30	0.80	14	2.30	0.50	14	2.4	0.3	14	2.4	0.5	14	2.5	0.7	14	2.8	0.2	14	2.8	0.1
15	2.1	0.9	15	2.2	0.9	15	2.1	0.8	15	2.1	0.5	15	2.20	0.70	15	2.40	0.60	15	2.40	0.40	15	2.5	0.3	15	2.4	0.6	15	2.6	0.5	15	2.8	0.2	15	2.7	0.1
16	2.2	1.1	16	2.3	0.7	16	2.1	0.6	16	2.2	0.5	16	2.30	0.90	16	2.50	0.40	16	2.50	0.20	16	2.6	0.3	16	2.4	0.7	16	2.7	0.4	16	2.7	0.2	16	2.6	0.1
17	2.3	1.1	17	2.4	0.4	17	2.2	0.4	17	2.3	0.5	17	2.40	0.70	17	2.60	0.30	17	2.60	0.20	17	2.6	0.3	17	2.4	0.7	17	2.7	0.4	17	2.7	0.3	17	2.5	0.3
18	2.4	0.8	18	2.5	0.2	18	2.3	0.3	18	2.3	0.6	18	2.50	0.50	18	2.70	0.20	18	2.70	0.20	18	2.5	0.4	18	2.5	0.7	18	2.6	0.4	18	2.5	0.4	18	2.3	0.5
19	2.5	0.5	19	2.6	0.1	19	2.4	0.3	19	2.4	0.7	19	2.60	0.40	19	2.70	0.20	19	2.70	0.20	19	2.4	0.6	19	2.5	0.7	19	2.6	0.5	19	2.3	0.5	19	2	0.7
20	2.7	0.3	20	2.6	0.1	20	2.4	0.3	20	2.4	1	20	2.60	0.30	20	2.70	0.20	20	2.60	0.30	20	2.2	0.7	20	2.5	0.7	20	2.5	0.6	20	2.1	0.6	20	2	0.8
21	2.7	0.3	21	2.6	0.2	21	2.2	0.4	21	2.5	0.5	21	2.70	0.30	21	2.70	0.30	21	2.50	0.40	21	2.2	0.9	21	2.4	0.8	21	2.3	0.6	21	2.1	0.7	21	2.1	1
22	2.8	0	22	2.5	0.3	22	2.2	0.6	22	2.5	0.5	22	2.70	0.30	22	2.60	0.40	22	2.40	0.50	22	2.3	1.1	22	2.3	0.8	22	2.1	0.6	22	2.2	0.8	22	2.3	1.1
23	2.7	0	23	2.3	0.5	23	2.3	0.8	23	2.6	0.5	23	2.70	0.40	23	2.40	0.50	23	2.10	0.70	23	2.2	1	23	2.2	0.6	23	2.1	0.5	23	2.3	0.9	23	2.4	0.9
24	2.6	0.1	24	2.2	0.7	24	2.4	0.7	24	2.6	0.6	24	2.60	0.50	24	2.20	0.60	24	2.00	0.90	24	2.2	1	24	2.1	0.5	24	2.2	0.5	24	2.4	0.9	24	2.5	0.6
25	2.5	0.2	25	2.1	0.9	25	2.4	0.8	25	2.5	0.6	25	2.40	0.60	25	1.90	0.80	25	2.10	1.10	25	2.2	0.7	25	2.1	0.4	25	2.3	0.6	25	2.5	0.7	25	2.6	0.4
26	2.4	0.4	26	2.1	1	26	2.4	0.8	26	2.4	0.7	26	2.20	0.70	26	1.90	1.00	26	2.20	1.10	26	2.2	0.5	26	2.2	0.3	26	2.4	0.7	26	2.6	0.5	26	2.7	0.3
27	2.2	0.6	27	2.1	1.1	27	2.4	0.9	27	2.3	0.7	27	2	0.7	27	2.10	1.10	27	2.20	0.90	27	2.30	0.30	27	2.30	0.4	27	2.4	0.8	27	2.6	0.4	27	2.7	0.2
28	2	0.8	28	2.2	1.1	28	2.3	0.9	28	2.1	0.7	28	1.90	0.80	28	2.30	1.00	28	2.40	0.60	28	2.5	0.2	28	2.3	0.5	28	2.5	0.7	28	2.7	0.3	28	2.7	0.2
29	1.9	1.1	29	2.1	1	29	2.3	0.8	29	1.9	0.7	29	2.00	0.90	29	2.40	0.70	29	2.50	0.30	29	2.5	0.1	29	2.3	0.6	29	2.5	0.5	29	2.7	0.3	29	2.7	0.2
30	2	1.2				30	2.1	0.8	30	2	0.7	30	2.20	0.90	30	2.60	0.40	30	2.60	0.20	30	2.6	0.2	30	2.2	0.8	30	2.6	0.5	30	2.7	0.3	30	2.6	0.3
31	2.1	1.1				31	2	0.7				31	2.40	0.80				31	2.70	0.00	31	2.6	0.3				31	2.6	0.4				31	2.5	0.4

d. Data Pasang Surut Stasiun Surabaya Tahun 2009

JANUARI			FEBRUARI			MARET			APRIL			MEI			JUNI			JULI			AGUSTUS			SEPTEMBER			OKTOBER			NOVEMBER			DESEMBER		
TGL	PASA MAX	SUR MIN	TGL	PASA MAX	SUR MIN	TGL	PASA MAX	SUR MIN	TGL	PASA MAX	SUR MIN	TGL	PASA MAX	SUR MIN	TGL	PASA MAX	SUR MIN	TGL	PASA MAX	SUR MIN	TGL	PASA MAX	SUR MIN	TGL	PASA MAX	SUR MIN	TGL	PASA MAX	SUR MIN	TGL	PASA MAX	SUR MIN	TGL	PASA MAX	SUR MIN
1	2.4	0.5	1	2.1	0.9	1	2.3	0.9	1	2.4	0.7	1	2.2	0.6	1	2	0.8	1	2.1	1.1	1	2.2	0.5	1	2.3	0.4	1	2.1	0.6	1	2.5	0.7	1	2.8	0.4
2	2.2	0.6	2	2.2	1.1	2	2.3	0.9	2	2.2	0.7	2	2	0.6	2	2.2	0.8	2	2.2	0.9	2	2.3	0.4	2	2.3	0.4	2	2.2	0.7	2	2.7	0.5	2	2.8	0.3
3	2	0.8	3	2.2	1	3	2.3	0.9	3	2.1	0.7	3	2	0.6	3	2.3	0.9	3	2.3	0.6	3	2.4	0.3	3	2.4	0.4	3	2.3	0.8	3	2.8	0.4	3	2.9	0.1
4	2.1	1	4	2.3	0.9	4	2.2	0.8	4	2.1	0.5	4	2.2	0.6	4	2.4	0.7	4	2.4	0.4	4	2.5	0.2	4	2.4	0.5	4	2.4	0.7	4	2.8	0.3	4	2.8	0.1
5	2.2	1.1	5	2.4	0.6	5	2.2	0.8	5	2.1	0.5	5	2.3	0.7	5	2.5	0.5	5	2.5	0.3	5	2.6	0.2	5	2.4	0.6	5	2.5	0.6	5	2.8	0.3	5	2.7	0.2
6	2.4	1	6	2.5	0.4	6	2.2	0.6	6	2.2	0.4	6	2.4	0.8	6	2.6	0.3	6	2.6	0.2	6	2.6	0.3	6	2.2	0.7	6	2.6	0.5	6	2.6	0.3	6	2.6	0.2
7	2.5	0.7	7	2.6	0.2	7	2.4	0.4	7	2.3	0.5	7	2.5	0.9	7	2.7	0.2	7	2.7	0.2	7	2.5	0.4	7	2.3	0.8	7	2.6	0.5	7	2.6	0.4	7	2.5	0.4
8	2.6	0.5	8	2.7	0.1	8	2.5	0.3	8	2.3	0.6	8	2.5	0.5	8	2.7	0.2	8	2.7	0.2	8	2.4	0.5	8	2.3	0.8	8	2.6	0.5	8	2.5	0.5	8	2.2	0.5
9	2.7	0.3	9	2.7	0.1	9	2.5	0.2	9	2.4	0.7	9	2.6	0.4	9	2.7	0.2	9	2.6	0.3	9	2.3	0.6	9	2.4	0.8	9	2.6	0.6	9	2.3	0.5	9	2	0.7
10	2.8	0.1	10	2.6	0.1	10	2.5	0.3	10	2.5	0.6	10	2.6	0.4	10	2.7	0.3	10	2.5	0.4	10	2.1	0.8	10	2.4	0.9	10	2.5	0.7	10	2	0.6	10	2.1	0.8
11	2.8	0	11	2.5	0.2	11	2.4	0.4	11	2.5	0.5	11	2.6	0.4	11	2.6	0.4	11	2.4	0.5	11	2.1	0.9	11	2.4	0.9	11	2.3	0.7	11	2.1	0.7	11	2.3	1
12	2.7	0	12	2.4	0.4	12	2.3	0.5	12	2.5	0.5	12	2.6	0.4	12	2.5	0.5	12	2.2	0.7	12	2.2	1.1	12	2.3	0.8	12	2.1	0.6	12	2.3	0.7	12	2.4	1
13	2.6	0.1	13	2.3	0.6	13	2.3	0.7	13	2.5	0.6	13	2.6	0.5	13	2.3	0.6	13	2	0.8	13	2.2	1.1	13	2.2	0.6	13	2	0.5	13	2.4	0.8	13	2.5	0.7
14	2.6	0.2	14	2.1	0.8	14	2.3	0.8	14	2.5	0.7	14	2.5	0.6	14	2	0.8	14	1.9	1	14	2.2	1	14	2.2	0.5	14	2.2	0.5	14	2.5	0.8	14	2.6	0.5
15	2.4	0.4	15	2.1	1.1	15	2.3	0.8	15	2.4	0.8	15	2.3	0.7	15	1.8	0.9	15	2	1.1	15	2.2	0.7	15	2.3	0.4	15	2.3	0.5	15	2.6	0.6	15	2.7	0.3
16	2.2	0.6	16	2.1	1.2	16	2.3	0.9	16	2.3	0.8	16	2.1	0.8	16	1.9	1	16	2.1	1.1	16	2.3	0.5	16	2.4	0.3	16	2.4	0.6	16	2.6	0.4	16	2.7	0.2
17	2	0.8	17	2.1	1.1	17	2.2	1	17	2.1	0.8	17	1.9	0.8	17	2.1	1.2	17	2.3	0.8	17	2.4	0.3	17	2.4	0.4	17	2.5	0.7	17	2.7	0.3	17	2.7	0.2
18	2	1.1	18	2	0.9	18	2.2	0.9	18	2	0.7	18	1.9	0.8	18	2.3	0.9	18	2.4	0.5	18	2.6	0.2	18	2.4	0.4	18	2.5	0.6	18	2.7	0.3	18	2.7	0.2
19	2.1	1.2	19	2.1	0.7	19	2.1	0.8	19	2	0.7	19	2.1	0.9	19	2.5	0.6	19	2.6	0.3	19	2.6	0.1	19	2.4	0.6	19	2.6	0.5	19	2.6	0.3	19	2.6	0.2
20	2.1	1	20	2.2	0.5	20	2	0.7	20	2	0.7	20	2.2	1	20	2.6	0.4	20	2.7	0.1	20	2.6	0.2	20	2.4	0.7	20	2.6	0.4	20	2.6	0.3	20	2.5	0.3
21	2.3	0.7	21	2.3	0.4	21	2	0.6	21	2.1	0.7	21	2.4	0.7	21	2.7	0.2	21	2.8	0.1	21	2.6	0.3	21	2.4	0.7	21	2.6	0.4	21	2.5	0.4	21	2.4	0.5
22	2.4	0.5	22	2.4	0.3	22	2.1	0.5	22	2.2	0.8	22	2.6	0.5	22	2.8	0.1	22	2.8	0	22	2.5	0.4	22	2.3	0.7	22	2.5	0.5	22	2.4	0.5	22	2.3	0.6
23	2.5	0.3	23	2.5	0.3	23	2.2	0.5	23	2.4	0.9	23	2.7	0.3	23	2.9	0	23	2.8	0.1	23	2.3	0.6	23	2.4	0.7	23	2.5	0.6	23	2.3	0.6	23	2.1	0.8
24	2.6	0.2	24	2.5	0.4	24	2.3	0.5	24	2.5	0.5	24	2.8	0.2	24	2.8	0	24	2.7	0.2	24	2.2	0.8	24	2.3	0.8	24	2.4	0.7	24	2.1	0.7	24	1.9	0.9
25	2.6	0.2	25	2.4	0.4	25	2.2	0.6	25	2.7	0.4	25	2.9	0.2	25	2.7	0.1	25	2.5	0.4	25	2.2	1	25	2.3	0.9	25	2.3	0.7	25	1.9	0.9	25	2	1.1
26	2.6	0.2	26	2.3	0.5	26	2.3	0.7	26	2.7	0.3	26	2.8	0.1	26	2.6	0.3	26	2.3	0.6	26	2.2	1.1	26	2.2	0.8	26	2.1	0.7	26	2	1	26	2.2	1.2
27	2.6	0.3	27	2.2	0.6	27	2.4	0.6	27	2.7	0.3	27	2.8	0.2	27	2.4	0.4	27	2	0.8	27	2.1	1.1	27	2.1	0.7	27	2	0.7	27	2.2	1	27	2.4	1
28	2.5	0.3	28	2.3	0.8	28	2.5	0.6	28	2.7	0.4	28	2.6	0.3	28	2.1	0.6	28	2	1	28	2.1	0.9	28	2	0.6	28	2	0.8	28	2.3	1.1	28	2.5	0.7
29	2.4	0.4	29			29	2.6	0.6	29	2.6	0.5	29	2.4	0.4	29	1.9	0.9	29	2	1.3	29	2	0.7	29	2.0	0.6	29	2.1	0.8	29	2.5	0.8	29	2.7	0.5
30	2.3	0.6	30			30	2.6	0.6	30	2.4	0.5	30	2.2	0.6	30	2	1.1	30	2.1	1	30	2	0.5	30	2.0	0.6	30	2.2	0.9	30	2.7	0.6	30	2.8	0.3
31	2.1	0.7	31			31	2.5	0.7	31			31	1.9	0.7	31			31	2.1	0.8	31	2.1	0.4	31			31	2.4	0.9	31			31	2.8	0.1

**e. Data Pasang Surut Stasiun Surabaya Tahun 2010**

JANUARI			FEBRUARI			MARET			APRIL			MEI			JUNI			JULI			AGUSTUS			SEPTEMBER			OKTOBER			NOVEMBER			DESEMBER		
TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT	
	MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN
1	2.8	0.1	1	2.5	0.2	1	2.5	0.3	1	2.5	0.5	1	2.6	0.4	1	2.5	0.4	1	2.3	0.6	1	2	1	1	2.2	1	1	2.2	0.8	1	2.1	0.7	1	2.3	0.9
2	2.8	0.1	2	2.5	0.4	2	2.3	0.5	2	2.5	0.6	2	2.5	0.5	2	2.3	0.6	2	2.1	0.8	2	2	1.1	2	2.2	0.8	2	2	0.7	2	2.3	0.7	2	2.5	0.9
3	2.6	0.1	3	2.3	0.6	3	2.3	0.7	3	2.4	0.7	3	2.4	0.6	3	2.1	0.7	3	1.8	0.9	3	2.1	1.2	3	2.1	0.7	3	2	0.6	3	2.4	0.8	3	2.6	0.6
4	2.6	0.2	4	2.1	0.8	4	2.3	0.8	4	2.4	0.8	4	2.3	0.7	4	1.9	0.9	4	1.9	1.1	4	2.1	0.9	4	2.2	0.5	4	2.1	0.5	4	2.5	0.8	4	2.7	0.4
5	2.4	0.4	5	2.1	1	5	2.2	0.9	5	2.2	0.8	5	2.1	0.7	5	1.9	1	5	2	1.2	5	2.2	0.7	5	2.3	0.4	5	2.3	0.5	5	2.6	0.6	5	2.7	0.3
6	2.2	0.6	6	2.1	1.1	6	2.2	1	6	2.1	0.8	6	2	0.8	6	2	1.1	6	2.1	1	6	2.3	0.5	6	2.4	0.3	6	2.4	0.6	6	2.7	0.4	6	2.7	0.2
7	2	0.8	7	2.1	1	7	2.1	1	7	2	0.7	7	2	0.8	7	2.1	1.1	7	2.3	0.8	7	2.5	0.3	7	2.5	0.3	7	2.5	0.7	7	2.7	0.3	7	2.7	0.2
8	2.1	1.1	8	2.2	0.8	8	2.1	0.9	8	2	0.6	8	2	0.8	8	2.3	0.8	8	2.5	0.5	8	2.6	0.2	8	2.5	0.4	8	2.5	0.6	8	2.7	0.3	8	2.6	0.2
9	2.2	1.2	9	2.3	0.6	9	2	0.7	9	2	0.6	9	2.1	0.9	9	2.5	0.6	9	2.6	0.3	9	2.7	0.2	9	2.4	0.5	9	2.6	0.5	9	2.6	0.3	9	2.5	0.2
10	2.3	0.9	10	2.4	0.4	10	2.1	0.6	10	2.1	0.6	10	2.2	0.9	10	2.6	0.4	10	2.7	0.2	10	2.7	0.2	10	2.4	0.7	10	2.6	0.5	10	2.5	0.4	10	2.5	0.4
11	2.4	0.6	11	2.4	0.3	11	2.2	0.5	11	2.1	0.7	11	2.4	0.7	11	2.7	0.3	11	2.8	0.1	11	2.6	0.3	11	2.3	0.7	11	2.5	0.5	11	2.5	0.5	11	2.3	0.5
12	2.5	0.4	12	2.5	0.2	12	2.2	0.4	12	2.2	0.8	12	2.5	0.5	12	2.8	0.2	12	2.8	0.1	12	2.5	0.4	12	2.4	0.7	12	2.5	0.5	12	2.3	0.6	12	2.1	0.7
13	2.6	0.2	13	2.5	0.3	13	2.2	0.4	13	2.3	0.7	13	2.7	0.4	13	2.9	0.1	13	2.8	0.1	13	2.3	0.6	13	2.3	0.8	13	2.4	0.6	13	2.1	0.7	13	1.9	0.9
14	2.6	0.2	14	2.5	0.3	14	2.3	0.5	14	2.5	0.6	14	2.7	0.3	14	2.8	0.1	14	2.7	0.2	14	2.2	0.8	14	2.3	0.9	14	2.3	0.7	14	2	0.8	14	2	1
15	2.6	0.1	15	2.4	0.4	15	2.3	0.6	15	2.6	0.5	15	2.8	0.3	15	2.7	0.2	15	2.5	0.4	15	2.2	1	15	2.2	0.9	15	2.1	0.7	15	2	0.9	15	2.1	1.2
16	2.6	0.2	16	2.2	0.6	16	2.2	0.7	16	2.6	0.5	16	2.8	0.3	16	2.5	0.3	16	2.2	0.6	16	2.2	1.1	16	2.1	0.8	16	2	0.7	16	2.1	1	16	2.2	1.1
17	2.5	0.3	17	2.2	0.7	17	2.3	0.8	17	2.7	0.5	17	2.7	0.3	17	2.3	0.5	17	2	0.8	17	2.1	1	17	2	0.6	17	2.1	0.7	17	2.2	1	17	2.4	0.9
18	2.4	0.4	18	2.2	0.8	18	2.4	0.7	18	2.6	0.5	18	2.6	0.4	18	2	0.7	18	2	1	18	2.1	0.8	18	2	0.5	18	2.1	0.7	18	2.4	1	18	2.5	0.6
19	2.3	0.5	19	2.2	1	19	2.4	0.8	19	2.5	0.6	19	2.3	0.5	19	2	0.8	19	2.1	1.2	19	2.1	0.6	19	2.1	0.5	19	2.2	0.8	19	2.5	0.7	19	2.7	0.5
20	2.2	0.7	20	2.2	1.1	20	2.5	0.8	20	2.3	0.6	20	2.1	0.6	20	2.1	1	20	2.2	0.9	20	2.2	0.4	20	2.2	0.5	20	2.2	0.9	20	2.6	0.6	20	2.8	0.3
21	2	0.8	21	2.2	1	21	2.4	0.8	21	2.1	0.6	21	1.9	0.7	21	2.2	1	21	2.3	0.7	21	2.3	0.3	21	2.2	0.6	21	2.4	0.9	21	2.7	0.4	21	2.8	0.2
22	2	1	22	2.2	1	22	2.3	0.8	22	2	0.7	22	2.1	0.7	22	2.4	0.7	22	2.4	0.4	22	2.4	0.3	22	2.2	0.6	22	2.5	0.7	22	2.8	0.3	22	2.8	0.1
23	2.1	1.1	23	2.2	0.8	23	2.2	0.8	23	2	0.6	23	2.2	0.8	23	2.5	0.5	23	2.5	0.3	23	2.5	0.3	23	2.2	0.8	23	2.6	0.6	23	2.8	0.3	23	2.7	0.1
24	2.2	1.1	24	2.3	0.6	24	2.1	0.7	24	2.2	0.6	24	2.4	0.8	24	2.6	0.3	24	2.5	0.2	24	2.4	0.4	24	2.3	0.8	24	2.7	0.5	24	2.7	0.2	24	2.6	0.2
25	2.3	0.9	25	2.4	0.4	25	2.1	0.6	25	2.3	0.6	25	2.5	0.6	25	2.7	0.2	25	2.6	0.1	25	2.4	0.5	25	2.4	0.7	25	2.7	0.4	25	2.6	0.3	25	2.6	0.3
26	2.5	0.6	26	2.5	0.3	26	2.2	0.5	26	2.4	0.7	26	2.6	0.4	26	2.7	0.1	26	2.6	0.2	26	2.3	0.6	26	2.5	0.7	26	2.7	0.4	26	2.6	0.4	26	2.4	0.5
27	2.6	0.4	27	2.6	0.2	27	2.3	0.4	27	2.5	0.6	27	2.7	0.3	27	2.7	0.1	27	2.6	0.3	27	2.2	0.8	27	2.5	0.7	27	2.6	0.5	27	2.4	0.5	27	2.1	0.6
28	2.7	0.2	28	2.6	0.2	28	2.4	0.4	28	2.6	0.4	28	2.7	0.2	28	2.7	0.2	28	2.5	0.4	28	2.1	0.9	28	2.5	0.7	28	2.6	0.5	28	2.2	0.6	28	2.1	0.8
29	2.8	0.1	29			29	2.4	0.5	29	2.6	0.3	29	2.7	0.2	29	2.6	0.3	29	2.4	0.6	29	2.2	1	29	2.5	0.8	29	2.4	0.6	29	2	0.7	29	2.2	1
30	2.8	0.1	30			30	2.4	0.6	30	2.6	0.3	30	2.7	0.2	30	2.4	0.4	30	2.2	0.7	30	2.2	1	30	2.5	0.8	30	2.2	0.7	30	2.2	0.8	30	2.3	1.1
31	2.7	0.1	31			31	2.5	0.6	31			31	2.6	0.3	31			31	2	0.9	31	2.3	1	31			31	2	0.7	31			31	2.4	0.8

**f. Data Pasang Surut Stasiun Surabaya Tahun 2011**

JANUARI			FEBRUARI			MARET			APRIL			MEI			JUNI			JULI			AGUSTUS			SEPTEMBER			OKTOBER			NOVEMBER			DESEMBER		
TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	PASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT	
	MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN
1	2.6	0.5	1	2.6	0.2	1	2.3	0.4	1	2.2	0.6	1	2.4	0.7	1	2.7	0.3	1	2.8	0.2	1	2.6	0.3	1	2.3	0.8	1	2.5	0.6	1	2.4	0.5	1	2.2	0.6
2	2.6	0.3	2	2.6	0.2	2	2.4	0.3	2	2.2	0.7	2	2.5	0.6	2	2.7	0.3	2	2.8	0.2	2	2.5	0.4	2	2.3	0.8	2	2.5	0.6	2	2.2	0.6	2	2	0.7
3	2.7	0.2	3	2.6	0.2	3	2.4	0.3	3	2.3	0.8	3	2.6	0.5	3	2.8	0.2	3	2.7	0.2	3	2.3	0.6	3	2.3	0.9	3	2.3	0.7	3	2	0.7	3	2	0.9
4	2.7	0.1	4	2.5	0.3	4	2.4	0.4	4	2.4	0.7	4	2.7	0.4	4	2.7	0.3	4	2.6	0.3	4	2.1	0.8	4	2.3	0.9	4	2.2	0.7	4	2	0.7	4	2.1	1
5	2.7	0.1	5	2.3	0.4	5	2.3	0.5	5	2.4	0.6	5	2.7	0.4	5	2.6	0.3	5	2.4	0.5	5	2.1	1	5	2.2	0.9	5	2	0.7	5	2.1	0.8	5	2.2	1.1
6	2.6	0.2	6	2.3	0.6	6	2.1	0.7	6	2.5	0.6	6	2.7	0.4	6	2.4	0.5	6	2.2	0.6	6	2.1	1.1	6	2.1	0.7	6	2	0.6	6	2.2	0.9	6	2.3	1
7	2.4	0.3	7	2.1	0.7	7	2.2	0.8	7	2.5	0.7	7	2.6	0.5	7	2.2	0.6	7	2	0.8	7	2.1	1	7	2.1	0.5	7	2.1	0.6	7	2.3	1	7	2.4	0.8
8	2.4	0.4	8	2	0.9	8	2.2	0.9	8	2.5	0.7	8	2.5	0.6	8	2	0.7	8	2.1	1	8	2.2	0.8	8	2.2	0.4	8	2.2	0.6	8	2.4	1	8	2.5	0.6
9	2.3	0.6	9	2.1	1	9	2.3	0.9	9	2.4	0.8	9	2.2	0.7	9	2	0.9	9	2.1	1.1	9	2.3	0.5	9	2.3	0.4	9	2.2	0.7	9	2.5	0.7	9	2.7	0.4
10	2.1	0.8	10	2.1	1.1	10	2.3	1	10	2.2	0.8	10	2	0.7	10	2.1	1	10	2.3	0.9	10	2.4	0.4	10	2.3	0.4	10	2.3	0.8	10	2.6	0.5	10	2.7	0.3
11	1.9	0.9	11	2.1	1.1	11	2.3	1	11	2.1	0.8	11	1.9	0.8	11	2.3	1	11	2.4	0.6	11	2.5	0.3	11	2.4	0.4	11	2.3	0.8	11	2.6	0.4	11	2.7	0.3
12	2	1	12	2.1	1	12	2.2	1	12	2	0.7	12	2.1	0.8	12	2.4	0.7	12	2.5	0.4	12	2.5	0.2	12	2.3	0.6	12	2.4	0.7	12	2.7	0.4	12	2.7	0.2
13	2.1	1.2	13	2.2	0.7	13	2.1	0.9	13	2	0.7	13	2.2	0.8	13	2.6	0.4	13	2.6	0.2	13	2.6	0.2	13	2.2	0.7	13	2.5	0.6	13	2.7	0.4	13	2.6	0.3
14	2.2	1	14	2.4	0.6	14	2.1	0.7	14	2.1	0.6	14	2.4	0.8	14	2.7	0.3	14	2.7	0.1	14	2.5	0.3	14	2.2	0.9	14	2.5	0.6	14	2.6	0.4	14	2.5	0.3
15	2.3	0.8	15	2.5	0.4	15	2.2	0.6	15	2.3	0.6	15	2.5	0.5	15	2.8	0.2	15	2.7	0.1	15	2.4	0.4	15	2.3	0.8	15	2.5	0.6	15	2.5	0.5	15	2.5	0.4
16	2.5	0.6	16	2.6	0.3	16	2.3	0.5	16	2.4	0.7	16	2.7	0.4	16	2.8	0.1	16	2.7	0.2	16	2.3	0.6	16	2.3	0.8	16	2.5	0.6	16	2.5	0.5	16	2.3	0.6
17	2.6	0.4	17	2.6	0.2	17	2.4	0.5	17	2.5	0.5	17	2.7	0.3	17	2.7	0.1	17	2.6	0.2	17	2.1	0.8	17	2.3	0.9	17	2.5	0.7	17	2.3	0.6	17	2	0.7
18	2.7	0.2	18	2.6	0.3	18	2.4	0.4	18	2.6	0.4	18	2.8	0.2	18	2.7	0.2	18	2.5	0.4	18	2	0.9	18	2.3	0.9	18	2.4	0.7	18	2.1	0.7	18	2.1	0.9
19	2.7	0.2	19	2.5	0.3	19	2.4	0.5	19	2.6	0.4	19	2.7	0.2	19	2.5	0.3	19	2.3	0.6	19	2.1	1.1	19	2.3	1	19	2.3	0.8	19	2	0.8	19	2.2	1
20	2.7	0.1	20	2.3	0.4	20	2.4	0.6	20	2.6	0.4	20	2.7	0.3	20	2.4	0.5	20	2.1	0.8	20	2.1	1.2	20	2.2	0.9	20	2.1	0.8	20	2.2	0.9	20	2.4	1
21	2.7	0.2	21	2.3	0.6	21	2.5	0.6	21	2.6	0.4	21	2.5	0.4	21	2.1	0.7	21	1.9	1	21	2.1	1.2	21	2.1	0.8	21	1.9	0.7	21	2.3	0.9	21	2.5	0.7
22	2.5	0.3	22	2.3	0.8	22	2.5	0.6	22	2.5	0.5	22	2.4	0.5	22	1.9	0.8	22	1.9	1.1	22	2.1	1	22	2	0.7	22	2.1	0.7	22	2.5	0.8	22	2.7	0.5
23	2.5	0.4	23	2.2	1	23	2.4	0.7	23	2.3	0.6	23	2.2	0.6	23	1.8	1	23	2	1.2	23	2.1	0.8	23	2.1	0.6	23	2.2	0.7	23	2.6	0.6	23	2.7	0.3
24	2.3	0.6	24	2.2	1	24	2.4	0.7	24	2.2	0.7	24	1.9	0.8	24	1.9	1.2	24	2	1.1	24	2.1	0.6	24	2.2	0.6	24	2.4	0.8	24	2.8	0.4	24	2.8	0.2
25	2.1	0.8	25	2.1	1	25	2.3	0.8	25	2	0.7	25	1.9	0.9	25	2.1	1.1	25	2.1	0.8	25	2.3	0.5	25	2.3	0.5	25	2.5	0.7	25	2.8	0.2	25	2.8	0.1
26	2.1	1	26	2.1	0.9	26	2.1	0.8	26	2	0.7	26	2	0.9	26	2.2	0.9	26	2.2	0.6	26	2.4	0.4	26	2.3	0.6	26	2.6	0.5	26	2.8	0.2	26	2.7	0.1
27	2.2	1.1	27	2.1	0.7	27	2	0.8	27	2.1	0.7	27	2.1	1	27	2.3	0.7	27	2.4	0.5	27	2.5	0.3	27	2.4	0.6	27	2.7	0.4	27	2.7	0.1	27	2.6	0.1
28	2.2	1	28	2.2	0.5	28	2	0.6	28	2.1	0.8	28	2.2	1	28	2.5	0.5	28	2.5	0.3	28	2.5	0.3	28	2.5	0.6	28	2.7	0.3	28	2.6	0.2	28	2.5	0.3
29	2.3	0.7	29			29	2	0.6	29	2.2	0.8	29	2.3	0.8	29	2.6	0.3	29	2.6	0.2	29	2.5	0.4	29	2.6	0.5	29	2.7	0.3	29	2.5	0.3	29	2.4	0.4
30	2.4	0.5	30			30	2.1	0.5	30	2.3	0.9	30	2.5	0.6	30	2.7	0.2	30	2.7	0.2	30	2.4	0.5	30	2.5	0.5	30	2.6	0.4	30	2.4	0.4	30	2.2	0.6
31	2.5	0.3	31			31	2.1	0.5	31			31	2.6	0.4	31			31	2.7	0.2	31	2.3	0.6	31			31	2.5	0.4	31			31	1.9	0.8

**g. Data Pasang Surut Stasiun Surabaya Tahun 2012**

JANUARI			FEBRUARI			MARET			APRIL			MEI			JUNI			JULI			AGUSTUS			SEPTEMBER			OKTOBER			NOVEMBER			DESEMBER		
TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	PASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT	
	MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN
1	1.90	1.00	1	2.10	1.10	1	2.10	1.00	1	2.00	0.80	1	2.00	0.80	1	2.50	0.70	1	2.60	0.40	1	2.70	0.10	1	2.40	0.50	1	2.40	0.70	1	2.50	0.50	1	2.60	0.30
2	2.00	1.20	2	2.20	0.90	2	2.00	0.90	2	2.10	0.70	2	2.20	0.80	2	2.60	0.40	2	2.70	0.20	2	2.70	0.20	2	2.30	0.60	2	2.40	0.70	2	2.50	0.50	2	2.50	0.40
3	2.10	1.20	3	2.30	0.70	3	2.10	0.70	3	2.10	0.60	3	2.40	0.80	3	2.70	0.30	3	2.80	0.10	3	2.60	0.20	3	2.20	0.80	3	2.40	0.70	3	2.50	0.50	3	2.40	0.50
4	2.30	0.90	4	2.40	0.50	4	2.20	0.60	4	2.20	0.60	4	2.50	0.60	4	2.80	0.20	4	2.80	0.10	4	2.50	0.40	4	2.20	0.90	4	2.40	0.70	4	2.40	0.60	4	2.30	0.60
5	2.40	0.70	5	2.50	0.40	5	2.40	0.50	5	2.30	0.70	5	2.70	0.40	5	2.80	0.10	5	2.70	0.10	5	2.30	0.60	5	2.20	1.00	5	2.40	0.80	5	2.30	0.70	5	2.10	0.70
6	2.50	0.50	6	2.60	0.30	6	2.40	0.40	6	2.50	0.60	6	2.70	0.30	6	2.70	0.10	6	2.60	0.20	6	2.10	0.80	6	2.20	1.00	6	2.30	0.80	6	2.10	0.80	6	1.90	0.80
7	2.60	0.40	7	2.60	0.30	7	2.40	0.40	7	2.60	0.50	7	2.80	0.30	7	2.70	0.20	7	2.40	0.40	7	2.00	1.00	7	2.20	1.10	7	2.30	0.90	7	1.90	0.80	7	2.10	0.90
8	2.70	0.30	8	2.60	0.30	8	2.40	0.50	8	2.60	0.50	8	2.70	0.30	8	2.50	0.40	8	2.20	0.60	8	2.00	1.10	8	2.10	1.00	8	2.10	0.90	8	2.00	0.90	8	2.20	1.00
9	2.70	0.20	9	2.50	0.40	9	2.30	0.60	9	2.60	0.50	9	2.60	0.30	9	2.30	0.50	9	2.00	0.80	9	2.00	1.20	9	2.10	0.90	9	2.00	0.80	9	2.20	0.90	9	2.40	1.00
10	2.70	0.20	10	2.40	0.50	10	2.40	0.70	10	2.50	0.50	10	2.50	0.40	10	2.10	0.70	10	1.90	1.00	10	2.00	1.10	10	2.00	0.80	10	1.90	0.80	10	2.30	0.90	10	2.60	0.70
11	2.60	0.30	11	2.20	0.60	11	2.40	0.70	11	2.40	0.60	11	2.30	0.50	11	1.90	0.90	11	1.90	1.20	11	2.00	0.90	11	2.00	0.60	11	2.00	0.70	11	2.50	0.80	11	2.70	0.50
12	2.50	0.30	12	2.20	0.80	12	2.40	0.80	12	2.30	0.70	12	2.10	0.60	12	2.00	1.00	12	2.00	1.20	12	2.10	0.70	12	2.10	0.60	12	2.20	0.70	12	2.60	0.60	12	2.80	0.30
13	2.40	0.50	13	2.20	1.00	13	2.30	0.80	13	2.00	0.70	13	1.90	0.70	13	2.10	1.10	13	2.10	1.00	13	2.20	0.60	13	2.20	0.50	13	2.30	0.80	13	2.70	0.40	13	2.80	0.20
14	2.20	0.60	14	2.20	1.00	14	2.20	0.90	14	1.90	0.70	14	2.00	0.80	14	2.20	1.00	14	2.20	0.70	14	2.30	0.50	14	2.30	0.60	14	2.50	0.80	14	2.80	0.30	14	2.80	0.10
15	2.10	0.80	15	2.20	1.00	15	2.10	0.80	15	2.00	0.60	15	2.10	0.80	15	2.30	0.80	15	2.30	0.50	15	2.40	0.40	15	2.30	0.60	15	2.60	0.60	15	2.80	0.20	15	2.70	0.10
16	2.10	1.00	16	2.20	0.80	16	2.10	0.80	16	2.10	0.60	16	2.20	0.90	16	2.40	0.70	16	2.40	0.40	16	2.50	0.40	16	2.30	0.60	16	2.70	0.50	16	2.70	0.20	16	2.60	0.20
17	2.20	1.10	17	2.30	0.60	17	2.10	0.60	17	2.20	0.60	17	2.30	0.80	17	2.50	0.40	17	2.50	0.30	17	2.50	0.40	17	2.40	0.70	17	2.70	0.40	17	2.60	0.30	17	2.50	0.30
18	2.30	0.90	18	2.40	0.40	18	2.20	0.50	18	2.30	0.70	18	2.40	0.70	18	2.60	0.30	18	2.60	0.30	18	2.50	0.40	18	2.50	0.60	18	2.60	0.40	18	2.60	0.40	18	2.40	0.40
19	2.50	0.70	19	2.50	0.30	19	2.30	0.40	19	2.30	0.80	19	2.50	0.50	19	2.70	0.30	19	2.60	0.30	19	2.40	0.50	19	2.40	0.60	19	2.60	0.40	19	2.40	0.50	19	2.10	0.60
20	2.60	0.40	20	2.50	0.20	20	2.30	0.40	20	2.40	0.70	20	2.60	0.40	20	2.70	0.30	20	2.60	0.30	20	2.30	0.60	20	2.50	0.70	20	2.50	0.50	20	2.20	0.60	20	2.00	0.80
21	2.60	0.30	21	2.50	0.20	21	2.20	0.50	21	2.50	0.60	21	2.60	0.40	21	2.70	0.30	21	2.60	0.40	21	2.20	0.80	21	2.40	0.70	21	2.40	0.60	21	2.00	0.70	21	2.10	1.00
22	2.70	0.10	22	2.40	0.30	22	2.30	0.60	22	2.50	0.50	22	2.70	0.30	22	2.60	0.40	22	2.40	0.50	22	2.20	0.90	22	2.30	0.80	22	2.20	0.70	22	2.10	0.80	22	2.10	1.20
23	2.70	0.10	23	2.30	0.50	23	2.30	0.80	23	2.50	0.50	23	2.70	0.40	23	2.50	0.40	23	2.20	0.60	23	2.30	1.00	23	2.20	0.80	23	2.00	0.70	23	2.20	0.90	23	2.30	1.00
24	2.60	0.10	24	2.20	0.60	24	2.30	0.70	24	2.60	0.50	24	2.60	0.40	24	2.30	0.60	24	2.00	0.80	24	2.20	1.00	24	2.00	0.70	24	2.10	0.70	24	2.30	1.00	24	2.40	0.80
25	2.50	0.20	25	2.10	0.80	25	2.30	0.70	25	2.50	0.60	25	2.50	0.50	25	2.10	0.70	25	2.10	1.00	25	2.20	0.90	25	2.00	0.60	25	2.20	0.70	25	2.40	0.80	25	2.50	0.60
26	2.40	0.40	26	2.10	1.00	26	2.40	0.80	26	2.40	0.70	26	2.30	0.60	26	1.90	0.90	26	2.10	1.20	26	2.20	0.70	26	2.10	0.50	26	2.30	0.70	26	2.50	0.70	26	2.60	0.40
27	2.30	0.60	27	2.10	1.10	27	2.40	0.80	27	2.30	0.80	27	2.10	0.70	27	2.00	1.00	27	2.20	1.00	27	2.20	0.50	27	2.20	0.50	27	2.40	0.90	27	2.60	0.50	27	2.60	0.30
28	2.10	0.80	28	2.10	1.10	28	2.30	0.90	28	2.10	0.80	28	1.90	0.80	28	2.20	1.10	28	2.30	0.80	28	2.30	0.40	28	2.20	0.50	28	2.40	0.80	28	2.60	0.40	28	2.60	0.30
29	1.90	0.90	29	2.10	1.10	29	2.20	0.90	29	1.90	0.80	29	2.00	0.90	29	2.30	0.80	29	2.40	0.50	29	2.40	0.30	29	2.30	0.70	29	2.50	0.60	29	2.70	0.30	29	2.70	0.30
30	2.10	1.10	30			30	2.10	0.90	30	1.90	0.80	30	2.10	1.00	30	2.50	0.60	30	2.50	0.30	30	2.50	0.30	30	2.30	0.80	30	2.50	0.50	30	2.60	0.30	30	2.60	0.30
31	2.00	1.20	31			31	2.00	0.80	31			31	2.30	0.90	31			31	2.60	0.20	31	2.50	0.40	31			31	2.60	0.50	31			31	2.50	0.30

### h. Data Pasang Surut Stasiun Surabaya Tahun 2013

JANUARI			FEBRUARI			MARET			APRIL			MEI			JUNI			JULI			AGUSTUS			SEPTEMBER			OKTOBER			NOVEMBER			DESEMBER		
TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	PASA	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	PASA	SURUT	TGL	PASA	SURUT
	MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN
1	2.40	0.40	1	2.10	0.80	1	2.30	0.80	1	2.40	0.70	1	2.30	0.60	1	2.00	0.80	1	2.00	1.20	1	2.10	0.80	1	2.10	0.60	1	2.00	0.70	1	2.40	0.80	1	2.70	0.50
2	2.30	0.60	2	2.10	1.00	2	2.30	0.90	2	2.20	0.80	2	2.00	0.70	2	2.10	0.90	2	2.10	1.10	2	2.20	0.60	2	2.20	0.50	2	2.10	0.70	2	2.60	0.70	2	2.80	0.30
3	2.10	0.70	3	2.20	1.00	3	2.30	1.00	3	2.10	0.70	3	1.90	0.70	3	2.20	0.90	3	2.20	0.80	3	2.30	0.50	3	2.30	0.50	3	2.20	0.70	3	2.70	0.50	3	2.80	0.20
4	2.00	0.90	4	2.20	1.00	4	2.20	0.90	4	2.00	0.70	4	2.10	0.70	4	2.30	0.90	4	2.30	0.60	4	2.40	0.40	4	2.30	0.50	4	2.40	0.80	4	2.70	0.40	4	2.80	0.20
5	2.10	1.00	5	2.30	0.90	5	2.10	0.90	5	2.00	0.60	5	2.20	0.70	5	2.40	0.70	5	2.40	0.50	5	2.50	0.40	5	2.30	0.60	5	2.50	0.70	5	2.70	0.30	5	2.70	0.20
6	2.20	1.20	6	2.40	0.60	6	2.10	0.80	6	2.10	0.60	6	2.30	0.80	6	2.50	0.50	6	2.50	0.30	6	2.50	0.40	6	2.30	0.70	6	2.50	0.60	6	2.70	0.30	6	2.60	0.20
7	2.40	0.90	7	2.50	0.40	7	2.20	0.60	7	2.20	0.60	7	2.40	0.70	7	2.60	0.40	7	2.60	0.30	7	2.50	0.40	7	2.30	0.70	7	2.60	0.50	7	2.60	0.40	7	2.50	0.30
8	2.50	0.70	8	2.60	0.30	8	2.30	0.50	8	2.30	0.60	8	2.50	0.60	8	2.60	0.30	8	2.60	0.30	8	2.50	0.50	8	2.30	0.80	8	2.50	0.50	8	2.50	0.50	8	2.30	0.50
9	2.70	0.40	9	2.60	0.20	9	2.40	0.50	9	2.40	0.70	9	2.50	0.50	9	2.60	0.30	9	2.60	0.30	9	2.40	0.60	9	2.30	0.80	9	2.50	0.60	9	2.30	0.60	9	2.10	0.60
10	2.70	0.30	10	2.60	0.20	10	2.40	0.40	10	2.40	0.60	10	2.60	0.40	10	2.60	0.30	10	2.50	0.40	10	2.20	0.70	10	2.40	0.80	10	2.40	0.60	10	2.10	0.60	10	2.00	0.80
11	2.80	0.10	11	2.50	0.20	11	2.40	0.40	11	2.40	0.60	11	2.60	0.40	11	2.60	0.40	11	2.50	0.50	11	2.10	0.80	11	2.30	0.90	11	2.30	0.70	11	2.00	0.70	11	2.20	0.90
12	2.70	0.10	12	2.40	0.40	12	2.30	0.50	12	2.40	0.60	12	2.60	0.40	12	2.50	0.50	12	2.30	0.60	12	2.10	1.00	12	2.20	0.90	12	2.10	0.70	12	2.20	0.80	12	2.30	1.10
13	2.70	0.10	13	2.30	0.50	13	2.30	0.60	13	2.40	0.60	13	2.50	0.50	13	2.30	0.60	13	2.10	0.70	13	2.20	1.10	13	2.10	0.80	13	2.00	0.70	13	2.30	0.80	13	2.40	0.90
14	2.50	0.20	14	2.20	0.70	14	2.30	0.80	14	2.40	0.60	14	2.50	0.60	14	2.20	0.70	14	1.90	0.90	14	2.10	1.10	14	2.10	0.70	14	2.10	0.60	14	2.40	0.90	14	2.50	0.70
15	2.50	0.40	15	2.10	0.90	15	2.30	0.80	15	2.30	0.80	15	2.30	0.70	15	1.90	0.80	15	2.00	1.00	15	2.20	0.90	15	2.10	0.50	15	2.20	0.60	15	2.50	0.70	15	2.60	0.50
16	2.30	0.50	16	2.00	1.10	16	2.20	0.90	16	2.30	0.80	16	2.20	0.80	16	1.90	1.00	16	2.10	1.20	16	2.20	0.70	16	2.20	0.50	16	2.30	0.70	16	2.60	0.60	16	2.60	0.40
17	2.00	0.80	17	2.00	1.20	17	2.20	1.00	17	2.10	0.90	17	2.00	0.90	17	2.00	1.10	17	2.20	1.00	17	2.30	0.50	17	2.30	0.40	17	2.40	0.70	17	2.60	0.40	17	2.60	0.30
18	1.90	1.00	18	2.00	1.10	18	2.10	1.00	18	2.00	0.90	18	1.80	0.90	18	2.20	1.10	18	2.30	0.80	18	2.40	0.30	18	2.40	0.50	18	2.50	0.70	18	2.60	0.40	18	2.60	0.30
19	2.00	1.20	19	2.00	0.90	19	2.10	1.00	19	1.90	0.80	19	2.00	0.90	19	2.30	0.80	19	2.50	0.50	19	2.50	0.30	19	2.40	0.50	19	2.50	0.60	19	2.60	0.30	19	2.60	0.30
20	2.00	1.20	20	2.10	0.80	20	2.00	0.90	20	1.90	0.80	20	2.10	1.00	20	2.50	0.60	20	2.60	0.30	20	2.60	0.20	20	2.30	0.70	20	2.50	0.50	20	2.50	0.40	20	2.50	0.30
21	2.10	1.00	21	2.20	0.60	21	1.90	0.80	21	2.00	0.80	21	2.30	0.90	21	2.70	0.40	21	2.70	0.20	21	2.60	0.30	21	2.40	0.70	21	2.50	0.50	21	2.50	0.40	21	2.40	0.40
22	2.30	0.80	22	2.30	0.50	22	2.00	0.70	22	2.20	0.80	22	2.50	0.70	22	2.80	0.20	22	2.70	0.10	22	2.50	0.40	22	2.30	0.70	22	2.50	0.50	22	2.40	0.50	22	2.30	0.60
23	2.40	0.60	23	2.40	0.50	23	2.10	0.70	23	2.30	0.80	23	2.60	0.50	23	2.80	0.10	23	2.70	0.10	23	2.40	0.60	23	2.30	0.70	23	2.40	0.60	23	2.30	0.60	23	2.20	0.70
24	2.50	0.40	24	2.40	0.40	24	2.20	0.70	24	2.50	0.60	24	2.70	0.30	24	2.80	0.10	24	2.70	0.20	24	2.20	0.70	24	2.30	0.80	24	2.40	0.70	24	2.20	0.70	24	2.00	0.80
25	2.60	0.30	25	2.40	0.40	25	2.20	0.60	25	2.60	0.50	25	2.80	0.20	25	2.70	0.10	25	2.50	0.30	25	2.10	0.90	25	2.20	0.90	25	2.30	0.80	25	2.00	0.90	25	2.00	1.00
26	2.60	0.30	26	2.40	0.50	26	2.20	0.70	26	2.70	0.40	26	2.20	0.20	26	2.60	0.20	26	2.40	0.50	26	2.10	1.00	26	2.20	1.00	26	2.20	0.80	26	1.90	0.90	26	2.10	1.10
27	2.60	0.30	27	2.30	0.60	27	2.40	0.70	27	2.70	0.30	27	2.70	0.20	27	2.40	0.40	27	2.10	0.70	27	2.10	1.10	27	2.10	0.90	27	2.00	0.90	27	2.10	1.00	27	2.30	1.20
28	2.50	0.30	28	2.20	0.70	28	2.40	0.60	28	2.70	0.40	28	2.60	0.30	28	2.20	0.60	28	2.00	0.90	28	2.00	1.10	28	2.00	0.80	28	1.90	0.90	28	2.20	1.10	28	2.40	0.90
29	2.40	0.40	29			29	2.50	0.60	29	2.60	0.40	29	2.50	0.40	29	1.90	0.80	29	2.00	1.10	29	2.00	1.00	29	1.90	0.80	29	2.00	0.90	29	2.40	1.10	29	2.60	0.70
30	2.30	0.50	30			30	2.50	0.60	30	2.40	0.50	30	2.20	0.50	30	2.00	1.00	30	2.00	1.20	30	2.00	0.80	30	1.90	0.70	30	2.20	0.90	30	2.60	0.70	30	2.70	0.40
31	2.20	0.70	31			31	2.50	0.60	31			31	2.00	0.70	31			31	2.00	1.00	31	2.00	0.70	31			31	2.30	0.90	31			31	2.80	0.30

**i. Data Pasang Surut Stasiun Surabaya Tahun 2014**

JANUARI			FEBRUARI			MARET			APRIL			MEI			JUNI			JULI			AGUSTUS			SEPTEMBER			OKTOBER			NOVEMBER			DESEMBER		
TGL	Pasut		TGL	Pasut		TGL	PASANG		TGL	PASANG		TGL	PASANG		TGL	PASANG		TGL	PASANG		TGL	PASANG		TGL	PASANG		TGL	PASANG		TGL	PASANG		TGL	PASANG	
	MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN
1	2.80	0.20	1	2.60	0.20	1	2.50	0.30	1	2.40	0.60	1	2.50	0.40	1	2.50	0.40	1	2.40	0.50	1	1.90	0.90	1	2.20	1.10	1	2.20	0.90	1	2.00	0.70	1	2.20	0.90
2	2.80	0.10	2	2.50	0.30	2	2.40	0.40	2	2.40	0.60	2	2.50	0.50	2	2.40	0.60	2	2.20	0.70	2	2.00	1.00	2	2.10	1.00	2	2.10	0.80	2	2.20	0.70	2	2.40	1.00
3	2.70	0.10	3	2.40	0.50	3	2.30	0.50	3	2.40	0.70	3	2.40	0.60	3	2.20	0.70	3	2.00	0.80	3	2.00	1.10	3	2.10	0.90	3	2.00	0.70	3	2.30	0.70	3	2.50	0.80
4	2.60	0.20	4	2.20	0.70	4	2.20	0.70	4	2.30	0.80	4	2.30	0.70	4	2.00	0.80	4	1.80	1.00	4	2.10	1.20	4	2.10	0.70	4	2.00	0.60	4	2.40	0.80	4	2.60	0.60
5	2.50	0.30	5	2.00	0.90	5	2.20	0.90	5	2.20	0.90	5	2.20	0.80	5	1.80	0.90	5	1.90	1.10	5	2.10	0.90	5	2.20	0.50	5	2.20	0.60	5	2.60	0.70	5	2.70	0.40
6	2.30	0.50	6	2.00	1.10	6	2.20	1.00	6	2.10	0.90	6	2.00	0.80	6	1.90	1.00	6	2.00	1.20	6	2.20	0.70	6	2.30	0.40	6	2.30	0.60	6	2.60	0.50	6	2.70	0.30
7	2.00	0.70	7	2.00	1.20	7	2.10	1.10	7	2.00	0.90	7	1.90	0.90	7	2.00	1.10	7	2.20	1.00	7	2.40	0.50	7	2.40	0.40	7	2.40	0.60	7	2.60	0.40	7	2.70	0.20
8	2.00	0.90	8	2.00	1.10	8	2.00	1.00	8	1.90	0.80	8	1.90	0.90	8	2.10	1.10	8	2.30	0.80	8	2.50	0.40	8	2.50	0.40	8	2.50	0.70	8	2.60	0.30	8	2.60	0.30
9	2.10	1.10	9	2.10	0.80	9	1.90	1.00	9	1.90	0.80	9	2.00	0.90	9	2.30	0.80	9	2.50	0.50	9	2.60	0.20	9	2.50	0.50	9	2.50	0.60	9	2.60	0.40	9	2.50	0.30
10	2.20	1.10	10	2.20	0.60	10	2.00	0.80	10	2.00	0.80	10	2.10	0.90	10	2.50	0.60	10	2.60	0.40	10	2.70	0.20	10	2.40	0.60	10	2.50	0.50	10	2.50	0.40	10	2.40	0.40
11	2.30	0.90	11	2.30	0.50	11	2.00	0.70	11	2.10	0.70	11	2.30	0.90	11	2.60	0.40	11	2.70	0.20	11	2.70	0.20	11	2.30	0.70	11	2.40	0.50	11	2.40	0.50	11	2.40	0.50
12	2.40	0.60	12	2.40	0.40	12	2.10	0.60	12	2.10	0.80	12	2.40	0.70	12	2.70	0.30	12	2.80	0.20	12	2.60	0.30	12	2.30	0.80	12	2.40	0.60	12	2.30	0.60	12	2.20	0.60
13	2.50	0.50	13	2.50	0.40	13	2.20	0.60	13	2.30	0.80	13	2.60	0.50	13	2.80	0.20	13	2.80	0.20	13	2.40	0.50	13	2.30	0.80	13	2.40	0.70	13	2.20	0.70	13	2.00	0.80
14	2.60	0.30	14	2.50	0.40	14	2.30	0.60	14	2.40	0.70	14	2.70	0.40	14	2.80	0.20	14	2.70	0.20	14	2.30	0.70	14	2.20	0.90	14	2.30	0.70	14	2.00	0.80	14	1.90	0.90
15	2.60	0.30	15	2.40	0.40	15	2.30	0.60	15	2.50	0.60	15	2.70	0.30	15	2.70	0.20	15	2.50	0.30	15	2.10	0.90	15	2.20	1.00	15	2.10	0.80	15	1.90	0.90	15	2.00	1.10
16	2.60	0.30	16	2.30	0.50	16	2.20	0.60	16	2.60	0.50	16	2.70	0.30	16	2.60	0.30	16	2.40	0.50	16	2.10	1.10	16	2.10	1.00	16	2.00	0.80	16	2.00	0.90	16	2.10	1.10
17	2.50	0.30	17	2.20	0.60	17	2.20	0.70	17	2.60	0.50	17	2.70	0.30	17	2.40	0.40	17	2.10	0.70	17	2.10	1.20	17	1.90	0.80	17	1.90	0.80	17	2.10	1.00	17	2.30	1.10
18	2.50	0.40	18	2.20	0.70	18	2.30	0.80	18	2.60	0.50	18	2.60	0.40	18	2.20	0.60	18	2.00	0.90	18	2.00	1.10	18	1.90	0.70	18	2.00	0.80	18	2.30	1.00	18	2.40	0.90
19	2.30	0.50	19	2.10	0.80	19	2.40	0.70	19	2.50	0.00	19	2.40	0.50	19	1.90	0.80	19	2.00	1.10	19	2.00	0.90	19	2.00	0.60	19	2.10	0.80	19	2.40	0.90	19	2.60	0.60
20	2.30	0.60	20	2.20	1.00	20	2.40	0.80	20	2.40	0.70	20	2.20	0.60	20	2.00	0.90	20	2.10	1.30	20	2.10	0.70	20	2.10	0.60	20	2.20	0.80	20	2.50	0.70	20	2.70	0.50
21	2.20	0.70	21	2.20	1.10	21	2.40	0.80	21	2.20	0.70	21	2.00	0.70	21	2.10	1.00	21	2.20	0.90	21	2.20	0.50	21	2.10	0.60	21	2.30	0.90	21	2.60	0.60	21	2.80	0.30
22	2.00	0.90	22	2.10	1.00	22	2.30	0.90	22	2.00	0.70	22	2.00	0.80	22	2.10	1.00	22	2.30	0.70	22	2.30	0.40	22	2.20	0.70	22	2.40	0.90	22	2.70	0.40	22	2.80	0.20
23	2.00	1.10	23	2.10	1.00	23	2.20	0.90	23	1.90	0.70	23	2.10	0.80	23	2.20	0.70	23	2.30	0.50	23	2.30	0.40	23	2.20	0.70	23	2.50	0.70	23	2.80	0.30	23	2.70	0.20
24	2.10	1.10	24	2.10	0.80	24	2.10	0.80	24	2.10	0.70	24	2.30	0.80	24	2.40	0.50	24	2.40	0.40	24	2.40	0.40	24	2.20	0.80	24	2.60	0.60	24	2.70	0.30	24	2.60	0.20
25	2.20	1.10	25	2.20	0.60	25	2.10	0.70	25	2.20	0.70	25	2.40	0.80	25	2.50	0.40	25	2.50	0.30	25	2.40	0.50	25	2.10	0.80	25	2.60	0.50	25	2.60	0.30	25	2.60	0.30
26	2.30	0.90	26	2.30	0.40	26	2.20	0.60	26	2.30	0.70	26	2.50	0.60	26	2.60	0.30	26	2.50	0.30	26	2.30	0.60	26	2.20	0.70	26	2.60	0.50	26	2.60	0.30	26	2.50	0.40
27	2.50	0.60	27	2.50	0.30	27	2.30	0.50	27	2.40	0.70	27	2.60	0.40	27	2.60	0.20	27	2.60	0.30	27	2.30	0.70	27	2.10	0.70	27	2.50	0.50	27	2.50	0.40	27	2.20	0.50
28	2.60	0.40	28	2.00	0.30	28	2.30	0.50	28	2.50	0.50	28	2.60	0.30	28	2.60	0.30	28	2.50	0.40	28	2.20	0.80	28	2.40	0.70	28	2.50	0.50	28	2.30	0.60	28	2.00	0.70
29	2.70	0.30	29			29	2.30	0.50	29	2.60	0.50	29	2.60	0.30	29	2.60	0.30	29	2.40	0.50	29	2.10	0.90	29	2.40	0.70	29	2.40	0.60	29	2.00	0.70	29	2.10	0.90
30	2.70	0.20	30			30	2.40	0.60	30	2.60	0.40	30	2.60	0.30	30	2.50	0.40	30	2.30	0.60	30	2.20	1.00	30	2.30	0.80	30	2.30	0.70	30	2.10	0.80	30	2.20	1.10
31	2.70	0.20	31			31	2.40	0.70	31			31	2.60	0.40	31			31	2.10	0.80	31	2.20	1.10	31			31	2.10	0.70	31			31	2.30	1.00

**j. Data Pasang Surut Stasiun Surabaya Tahun 2015**

JANUARI			FEBRUARI			MARET			APRIL			MEI			JUNI			JULI			AGUSTUS			SEPTEMBER			OKTOBER			NOVEMBER			DESEMBER		
TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	PASA	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT
	MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN
1	2.4	0.8	1	2.5	0.4	1	2.2	0.6	1	2.1	0.6	1	2.3	0.9	1	2.6	0.5	1	2.7	0.3	1	2.7	0.2	1	2.3	0.6	1	2.4	0.6	1	2.4	0.5	1	2.3	0.5
2	2.5	0.6	2	2.5	0.3	2	2.3	0.5	2	2.1	0.7	2	2.4	0.7	2	2.7	0.4	2	2.7	0.2	2	2.6	0.3	2	2.3	0.8	2	2.4	0.6	2	2.3	0.6	2	2.1	0.7
3	2.6	0.4	3	2.5	0.3	3	2.4	0.4	3	2.2	0.7	3	2.5	0.6	3	2.7	0.3	3	2.7	0.2	3	2.4	0.4	3	2.2	0.9	3	2.3	0.7	3	2.1	0.7	3	1.9	0.8
4	2.6	0.3	4	2.5	0.3	4	2.3	0.4	4	2.3	0.8	4	2.6	0.5	4	2.7	0.3	4	2.7	0.3	4	2.3	0.6	4	2.2	1	4	2.2	0.8	4	2	0.8	4	2	0.9
5	2.6	0.2	5	2.4	0.4	5	2.3	0.5	5	2.3	0.7	5	2.6	0.4	5	2.7	0.3	5	2.5	0.4	5	2	0.8	5	2.1	1	5	2.1	0.8	5	2	0.8	5	2.1	1
6	2.6	0.2	6	2.3	0.5	6	2.3	0.6	6	2.4	0.7	6	2.6	0.4	6	2.5	0.4	6	2.3	0.5	6	2.1	1	6	2	0.9	6	1.9	0.8	6	2.1	0.8	6	2.2	1.1
7	2.5	0.3	7	2.3	0.6	7	2.2	0.7	7	2.4	0.7	7	2.6	0.5	7	2.4	0.5	7	2.1	0.7	7	2.1	1.2	7	2	0.8	7	2	0.7	7	2.2	0.9	7	2.3	1
8	2.4	0.4	8	2.1	0.8	8	2.1	0.8	8	2.4	0.7	8	2.5	0.6	8	2.1	0.6	8	2	0.8	8	2.1	1	8	2.1	0.6	8	2.1	0.6	8	2.3	0.9	8	2.4	0.8
9	2.3	0.5	9	2	0.9	9	2.2	0.9	9	2.4	0.8	9	2.3	0.6	9	1.9	0.7	9	2	1	9	2.1	0.8	9	2.2	0.5	9	2.1	0.7	9	2.4	0.9	9	2.5	0.6
10	2.2	0.6	10	2	1	10	2.2	1	10	2.3	0.8	10	2.1	0.7	10	2	0.9	10	2.1	1.1	10	2.2	0.6	10	2.2	0.5	10	2.2	0.7	10	2.5	0.7	10	2.7	0.5
11	2	0.8	11	2	1.1	11	2.2	1	11	2.1	0.8	11	1.9	0.7	11	2.2	0.9	11	2.3	0.9	11	2.3	0.4	11	2.3	0.5	11	2.2	0.8	11	2.5	0.6	11	2.7	0.4
12	1.9	0.9	12	2.1	1.1	12	2.2	1	12	2	0.8	12	2	0.8	12	2.3	0.9	12	2.4	0.6	12	2.4	0.3	12	2.3	0.5	12	2.3	0.9	12	2.6	0.5	12	2.7	0.3
13	1.9	1.1	13	2.1	1	13	2.1	1	13	2	0.7	13	2.1	0.7	13	2.5	0.7	13	2.5	0.4	13	2.5	0.3	13	2.3	0.6	13	2.4	0.8	13	2.6	0.4	13	2.7	0.3
14	2.1	1.2	14	2.3	0.8	14	2	0.9	14	2	0.7	14	2.3	0.8	14	2.6	0.5	14	2.6	0.3	14	2.5	0.3	14	2.2	0.7	14	2.4	0.7	14	2.6	0.4	14	2.6	0.3
15	2.2	1.1	15	2.4	0.6	15	2.1	0.8	15	2.2	0.6	15	2.4	0.8	15	2.7	0.3	15	2.6	0.2	15	2.5	0.4	15	2.2	0.8	15	2.5	0.6	15	2.5	0.4	15	2.5	0.4
16	2.4	0.8	16	2.5	0.4	16	2.2	0.6	16	2.3	0.6	16	2.5	0.6	16	2.7	0.2	16	2.6	0.2	16	2.4	0.5	16	2.2	0.9	16	2.5	0.6	16	2.5	0.5	16	2.4	0.5
17	2.5	0.6	17	2.6	0.3	17	2.3	0.5	17	2.4	0.6	17	2.6	0.4	17	2.7	0.2	17	2.6	0.3	17	2.3	0.6	17	2.2	0.9	17	2.4	0.7	17	2.4	0.6	17	2.2	0.6
18	2.6	0.4	18	2.6	0.3	18	2.4	0.4	18	2.5	0.6	18	2.7	0.3	18	2.6	0.2	18	2.5	0.3	18	2.1	0.8	18	2.3	0.9	18	2.4	0.7	18	2.2	0.7	18	2	0.7
19	2.7	0.3	19	2.6	0.3	19	2.4	0.4	19	2.6	0.5	19	2.7	0.3	19	2.6	0.3	19	2.4	0.5	19	2	0.9	19	2.2	1	19	2.3	0.8	19	2	0.7	19	2.1	0.9
20	2.7	0.2	20	2.5	0.3	20	2.3	0.5	20	2.6	0.5	20	2.6	0.3	20	2.4	0.4	20	2.2	0.6	20	2	1.1	20	2.2	1	20	2.2	0.8	20	2.1	0.8	20	2.3	1
21	2.6	0.2	21	2.4	0.5	21	2.4	0.6	21	2.5	0.5	21	2.5	0.4	21	2.3	0.6	21	2.1	0.8	21	2	1.2	21	2.1	1	21	2	0.8	21	2.2	0.8	21	2.4	1
22	2.7	0.2	22	2.3	0.6	22	2.4	0.7	22	2.4	0.5	22	2.4	0.5	22	2.1	0.7	22	1.8	1	22	2	1.2	22	2	0.8	22	2	0.7	22	2.4	0.9	22	2.6	0.7
23	2.5	0.3	23	2.2	0.8	23	2.4	0.7	23	2.3	0.6	23	2.3	0.6	23	1.9	0.9	23	1.9	1.1	23	2	1.1	23	2	0.7	23	2.1	0.7	23	2.5	0.8	23	2.6	0.5
24	2.4	0.4	24	2.1	1	24	2.3	0.8	24	2.2	0.7	24	2.1	0.7	24	1.8	1	24	1.9	1.2	24	2.1	0.9	24	2.1	0.6	24	2.3	0.7	24	2.7	0.6	24	2.7	0.3
25	2.2	0.6	25	2.1	1.1	25	2.2	0.8	25	2	0.8	25	1.9	0.8	25	1.9	1.2	25	2	1.1	25	2.2	0.8	25	2.2	0.5	25	2.4	0.7	25	2.7	0.4	25	2.7	0.2
26	2	0.8	26	2	1	26	2.1	0.9	26	1.9	0.8	26	1.9	0.9	26	2.1	1.2	26	2.1	0.9	26	2.3	0.6	26	2.2	0.5	26	2.5	0.7	26	2.7	0.3	26	2.7	0.2
27	2.1	1	27	2	0.9	27	2	1	27	2	0.8	27	2	0.9	27	2.2	0.9	27	2.3	0.7	27	2.4	0.4	27	2.4	0.5	27	2.6	0.5	27	2.7	0.2	27	2.6	0.2
28	2.1	1.2	28	2.1	0.7	28	1.9	0.9	28	2	0.8	28	2.1	1	28	2.3	0.7	28	2.4	0.5	28	2.5	0.3	28	2.4	0.6	28	2.6	0.4	28	2.6	0.2	28	2.5	0.3
29	2.2	1	29			29	1.9	0.7	29	2.1	0.8	29	2.2	1	29	2.5	0.5	29	2.5	0.4	29	2.5	0.3	29	2.5	0.6	29	2.6	0.4	29	2.5	0.3	29	2.4	0.4
30	2.3	0.8	30			30	2	0.7	30	2.2	0.8	30	2.3	0.8	30	2.6	0.4	30	2.6	0.3	30	2.5	0.4	30	2.5	0.6	30	2.5	0.4	30	2.5	0.4	30	2.3	0.5
31	2.4	0.5	31			31	2.1	0.6	31			31	2.5	0.6	31			31	2.7	0.2	31	2.5	0.5	31			31	2.5	0.4	31			31	2.1	0.7



# k. Peta Peruntukan Lahan Kabupaten Sidoarjo 2012

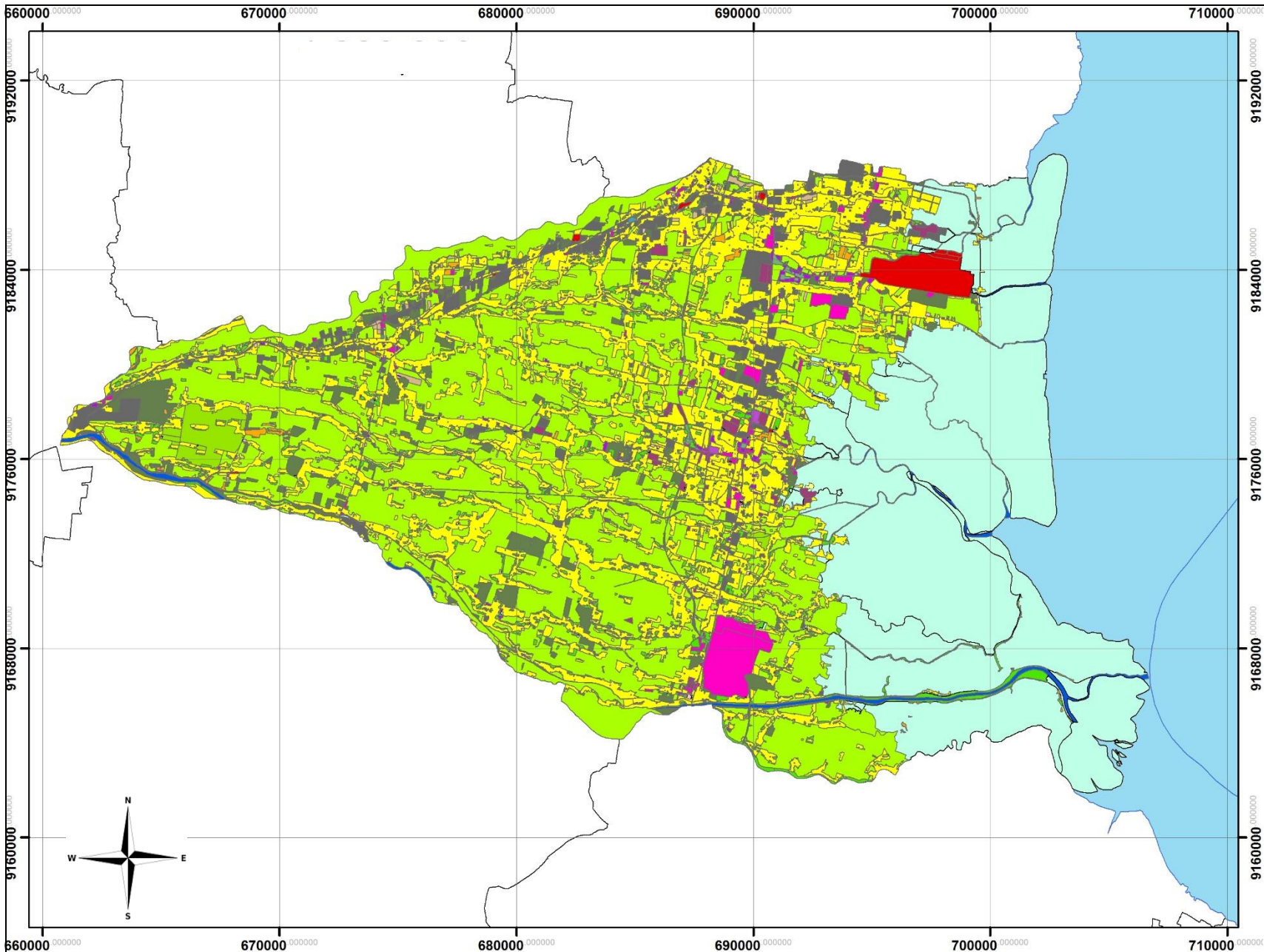


Kajian Kerentanan Wilayah Pesisir  
Terhadap Kenaikan Muka Air Laut  
Untuk Menentukan Upaya  
Adaptasi Dan Mitigasi Di  
Kabupaten Sidoarjo

**Gambar.** Peta Peruntukan  
Lahan Kabupaten Sidoarjo

## **Legenda :**

- Aneka Industri
- Gedung Olahraga
- Industri Kecil
- Instalasi
- Jalan Aspal
- Jasa Kesehatan
- Jasa Pariwisata
- Jasa Pemerintah
- Jasa Pendidikan
- Jasa Perdagangan
- Jasa Perhubungan/Transportasi
- Jasa Peribadatan
- Jasa Sewa
- Kampung Jarang Teratur
- Kampung Jarang Tidak Teratur
- Kampung Padat Teratur
- Kampung Padat Tidak Teratur
- Kebun Campuran
- Kolam Air Tawar
- Kuburan/Pemakaman
- Lapangan Olahraga
- Padang Rumput
- Penggaraman
- Perbengkelan
- Pergudangan
- Perkebunan Sudah Menghasilkan
- Peternakan Ternak Kecil
- Sawah Irigasi 2x Padi/Tahun
- Sawah Tadah Hujan
- Sungai
- Taman Umum
- Tambak
- Tanah Kosong Sudah Diperuntukan
- Tanah Terbuka Sementara
- Tegalan/Ladang
- Tempat Bersejarah
- Waduk



## 1. Nilai Produksi dan Biaya Produksi per Musim Tanam per Hektar Budidaya 2014

Uraian	Padi Sawah		Padi Ladang		Jagung		Kedelai	
	Nilai (Juta Rupiah)	%	Nilai (Juta Rupiah)	%	Nilai (Juta Rupiah)	%	Nilai (Juta Rupiah)	%
<b>A. Nilai Produksi</b>	<b>17.2</b>		<b>10.3</b>		<b>12.0</b>		<b>9.0</b>	
<b>B. Biaya Produksi</b>	<b>12.7</b>	<b>100</b>	<b>7.8</b>	<b>100</b>	<b>9.1</b>	<b>100</b>	<b>9.1</b>	<b>100</b>
1. Bibit/Benih	0.4	3.20	0.3	3.60	0.7	8.00	0.6	6.90
2. Pupuk	1.3	10.40	0.6	7.80	1.1	12.00	0.4	4.80
3. Pestisida	0.2	1.90	0.1	1.70	0.1	1.20	0.2	2.20
4. Upah Pekerja	4.5	35.90	4.6	58.80	3.7	40.90	3.6	39.90
a. Pengolahan Lahan	1.0	7.60	1.3	17.00	0.9	9.80	0.7	7.50
b. Penanaman dan Penyulaman	0.9	7.50	1.0	12.20	0.7	7.20	0.7	8.00
c. Pemeliharaan	0.8	6.20	0.7	8.70	0.6	6.60	0.5	5.90
d. Pemupukan	0.3	2.30	0.2	2.20	0.4	4.00	0.2	1.90
e. Pengendalian OPT	0.3	2.30	0.1	1.80	0.1	1.10	0.3	2.70
f. Pemanenan, Perontokan, dan Pengangkutan	1.3	10.10	1.3	16.90	1.1	12.20	1.3	13.90
5. Jasa Pertanian	1.6	12.40	0.3	3.50	0.4	4.00	0.4	4.90
6. Sewa Lahan	3.8	29.90	1.4	17.70	2.5	27.70	3.3	35.60
7. Sewa Alat/Sarana Usaha	0.3	2.60	0.2	2.20	0.2	1.90	0.2	1.80
8. Bahan Bakar	0.1	0.70	0.1	0.90	0.1	0.90	0.1	0.80
9. Lainnya	0.4	3.20	0.3	3.70	0.3	3.40	0.3	3.10

Sumber: Badan Pusat Statistik Indonesia

Catatan:

Nilai produksi adalah total nilai produksi baik produksi utama maupun produksi ikutan dalam nominal uang yang dihasilkan rumah tangga dari usaha per satu hektar komoditas tanaman pangan per musim tanam. Sedangkan biaya produksi adalah total ongkos/ biaya yang dikeluarkan rumah tangga untuk usaha satu hektar komoditas tanaman pangan per musim tanam untuk menghasilkan produksi dalam kualitas standar (padi adalah gabah kering panen/GKP, jagung adalah pipilan kering, dan

kedelai adalah biji kering) dan sudah memasukkan perkiraan sewa lahan milik sendiri/bebas sewa, perkiraan sewa alat/sarana usaha milik sendiri/bebas sewa, perkiraan upah pekerja tidak dibayar/keluarga, dan perkiraan bunga kredit modal sendiri/bebas bunga yang dihitung dengan cara imputasi sesuai harga pasar)

**m. Nilai Produksi dan Biaya Produksi per Musim Tanam per Hektar Budidaya 2014**

Uraian	Rumput Laut		Bandeng		Udang Windu	
	Nilai (Juta Rupiah)	%	Nilai (Juta Rupiah)	%	Nilai (Juta Rupiah)	%
<b>A. Nilai Produksi</b>	<b>15.20</b>		<b>5.80</b>		<b>7.30</b>	
<b>B. Biaya Produksi</b>	<b>7.30</b>	<b>100.00</b>	<b>4.20</b>	<b>100.00</b>	<b>3.20</b>	<b>100.00</b>
Benih/Bibit	3.00	41.33	0.50	11.54	0.60	17.20
Pupuk dan Obat-obatan	0.00	0.04	0.50	11.61	0.30	8.89
Pakan	0.00	0.00	0.70	17.22	0.30	10.31
Upah Pekerja	2.50	33.60	1.00	23.21	0.80	24.73
Sewa Lahan	0.40	4.92	1.00	23.08	0.80	23.56
Alat/Sarana Usaha	0.30	4.15	0.10	2.02	0.10	2.45
Lainnya	1.20	15.96	0.50	11.32	0.40	12.88

Sumber: Badan Pusat Statistik Indonesia

Catatan: t

Nilai produksi adalah nilai dari produksi budidaya yang dihasilkan rumah tangga usaha budidaya ikan per siklus per satuan tertentu dalam satu hektar. Sedangkan Biaya produksi yang dikeluarkan untuk usaha budidaya ikan meliputi: (a) Biaya benih/bibit, pupuk dan obat-obatan, pakan dihitung baik yang berasal dari pembelian maupun bukan pembelian, untuk bukan pembelian diperkirakan nilainya; (b) Upah pekerja dihitung untuk pekerja dibayar maupun perkiraan upah untuk pekerja tidak dibayar/pekerja keluarga; (c) Biaya lainnya mencakup sewa lahan (termasuk perkiraan sewa lahan milik sendiri dan bebas sewa); alat/sarana usaha (termasuk perkiraan bebas sewa dan perbaikan kecil/pemeliharaan) dan lainnya (bunga kredit/pinjaman, penyusutan barang modal, pajak tak langsung, pengangkutan, jasa perikanan, dan sebagainya).

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Luas genangan banjir dengan kondisi pasang rata-rata pada skenario 1 sebesar 2061.14 hektar atau sekitar 2.87% luas Sidoarjo. Pada skenario 2 sebesar 2081.80 hektar atau sekitar 2.9% luas Sidoarjo. Pada skenario 3 sebesar 2154.94 hektar atau sekitar 3.0% luas Sidoarjo. Pada skenario 4 sebesar 2681 hektar atau sekitar 3.73% luas Sidoarjo. Sedangkan pada kondisi pasang tertinggi, luas genangan banjir pada skenario 1 sebesar 16717.24 hektar atau sekitar 23.27% luas Sidoarjo. Pada skenario 2 sebesar 16910.8 hektar atau sekitar 23.54% luas Sidoarjo. Pada skenario 3 sebesar 17721.1 hektar atau sekitar 24.66% luas Sidoarjo. Pada skenario 4 sebesar 19333.2 hektar atau sekitar 26.91% luas Sidoarjo.
2. Total kerugian ekonomi berdasarkan penggunaan lahan yang tergenang dengan kondisi pasang rata-rata pada skenario 1 nilai kerugian ekonomi mencapai sekitar 12.4 milyar rupiah dengan nilai *future value* mencapai sekitar 24 milyar rupiah pada 10 tahun mendatang. Pada skenario 2 nilai kerugian ekonomi mencapai sekitar 12.6 milyar rupiah dengan nilai *future value* mencapai sekitar 46 milyar rupiah pada 20 tahun mendatang. Pada skenario 3 nilai kerugian ekonomi mencapai sekitar 13 milyar rupiah dengan nilai *future value* mencapai sekitar 349 milyar rupiah pada 50 tahun mendatang. Pada skenario 4 nilai kerugian ekonomi mencapai sekitar 22 milyar rupiah dengan nilai *future value* mencapai sekitar 16 trilyun rupiah pada 100 tahun mendatang. Sedangkan dengan kondisi pasang tertinggi, kerugian ekonomi pada skenario 1 mencapai sekitar 178.5 milyar rupiah dengan nilai *future value* di 10 tahun mendatang mencapai 344.7 milyar rupiah. Pada skenario 2 mencapai sekitar 180.5 milyar rupiah dengan nilai *future value* di 20 tahun mendatang mencapai 672.9 milyar rupiah. Pada skenario 3 mencapai sekitar 190.7 milyar rupiah dengan nilai *future value*

di 50 tahun mendatang mencapai 5.1 trilyun rupiah. Pada skenario 4 mencapai sekitar 207 milyar rupiah dengan nilai *future value* di 100 tahun mendatang mencapai 149 trilyun rupiah.

3. Upaya adaptasi dan mitigasi yang dapat dilakukan pada sektor permukiman adalah membangun tanggul penahan rob, penyediaan konsep rumah panggung, membangun rumah pompa dan pintu air, serta memperketat ijin pendirian bangunan di daerah resapan. Pada sektor tambak dapat dilakukan pembangunan jaring dan tanggul disekitar tambak serta pengembangan kawasan mangrove. Sedangkan pada sektor sawah dapat dilakukan dengan membangun tanggul dan bozem-bozem penaampung air disekitar sawah.

## **5.2. Saran**

Saran untuk penelitian selanjutnya terkait kerentanan wilayah pesisir terhadap kenaikan muka air laut adalah:

1. Skenario kenaikan muka air laut dapat dilakukan setiap 20 tahun untuk melihat dampak dalam jangka waktu yang lebih pendek.
2. Dalam penentuan upaya adaptasi dan mitigasi akibat kenaikan muka air laut sebaiknya dilakukan dengan survey terhadap masyarakat terkena dampak, sehingga diperoleh hasil yang lebih relevan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z., Andreas, H., Gumilar, I., Sidiq, T P., Gamal, M., Murdohardono D., Supriyadi, Fukuda, Y. 2010. *Studying Land Subsidence in Semarang (Indonesia) Using Geodetic Methods*. FIG Congress 2010 Facing the Challenges Building the Capacity, Sydney, Australia 11-16 April 2010
- Andrianto, P. Suntoyo. 2012. *Analisa Perubahan Garis Pantai di Kawasan Pesisir Pantai Gresik Akibat Kenaikan Muka Air Laut*. Jurnal Teknik POMITS vol. 1, No. 1, (2012) 1-4. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Anggraini, N. Trisakti, B. Soesilo, T.E.B. 2013. *Analisis Kerentanan Pesisir Dan Prediksi Dampak Kenaikan Muka Air Laut*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Sidoarjo. 2015. *Sidoarjo Dalam Angka 2015*. Sidoarjo.
- Badan Perencanaan Daerah Kabupaten Sidoarjo. 2009. *Laporan Akhir RTRW 2009-2029 Kabupaten Sidoarjo*. Sidoarjo.
- Bank Indonesia. 2015. *Bersinergi Mengawal Stabilitas Mewujudkan Reformasi Stabilitas*. ISSN 0522-2572.
- Bindoff, N.L., J. Willebrand, V. Artale, *et al.* 2007. *Observations: oceanic climate change and sea level. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge and New York, pp. 387–429.
- Church, J.A., Gregory, J.M. 2001. *Changes in sea level: The Scientific Basis, Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Church, J.A., P.U. Clark, A. Cazenave, J.M. Gregory, S. Jevrejeva, A. Levermann, M.A. Merrifield, G.A. Milne, R.S. Nerem, P.D. Nunn, A.J. Payne, W.T. Pfeffer, D. Stammer and A.S. Unnikrishnan, 2013. *Sea Level Change*. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G. -K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Chust, G., Borja, A., Liria, P., Galparsoro, I., Marcos, M., & Caballero, A. 2009. *Human impact overwhelm the effects of sea-level rise on Basque coastal habitats (N Spain) between 1954 and 2004*. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 84, 453-462.
- Dahuri, R. 2002. *Pengaruh Global Warming terhadap Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*. Seminar Nasional Pengaruh Global Warming terhadap Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil ditinjau dari Kenaikan Permukaan Air Laut dan Banjir. Jakarta

- Dasanto. B.D. 2011. *Penilaian Dampak Kenaikan Muka Air Laut Terhadap Wilayah Pantai (Studi Kasus: Kabupaten Indramayu*. Jurnal Hidrosfir Indonesia. Vol. 5 No. 2 Hal 43-53.
- Erlingsson, U., 2005. *Gis for Natural Hazard Mitigation*, ISDR
- ESRI. 2008. *ArcGIS 9. Using ArcGIS Spatial Analyst*. USA.
- Fletcher S, Smith HD. 2007. *Geography and coastal management*, Coastal Management 35(4):419-427.
- Harmoni, A. 2005. *Dampak Sosial Ekonomi Perubahan Iklim*. Jakarta: Universitas Gunadarma.
- IPCC. 2001. *IPCC Third Assessment Report: Climate Change 2001 (TAR)*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC. 2007. *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Isdianto, A. Citrosiswoyo, W. Sambodho, K. 2014. *Zonasi Wilayah Pesisir Akibat Kenaikan Muka Air Laut*. Jurnal Permukiman Vol. 9 No. 3 November 2014: 148-157. ITS. Surabaya.
- Isfandiari, A. Suroso, D.S.A. 2014. *Potensi Dampak Kerusakan Akibat Kenaikan Muka Air Laut di Wilayah Pesisir Kabupaten Indramayu Tahun 2030*. ITB.
- Marfai, M.A, King, L. 2008. *Potential vulnerability implication of coastal inundation due to sea level rise for the coastal zone of Semarang City, Indonesia*. Environmental Geology. DOI 10.1007/s00254-007-0906-4. 11.
- Marfai, M.A, King, L. 2008. *Tidal inundation mapping under enhanced land subsidence in Semarang, Central Java Indonesia*. Nat Hazards. 44:93-109. DOI 10.1007/s11069-007-9144-z.
- Marfai, M.A, Pratomoatmojo, N.A, Hidayatullah, T, Nirwansyah, A.W, Gamareuzzaman, M. 2011. *Model Kerentanan Wilayah Pesisir Berdasarkan Perubahan Garis Pantai Dan Banjir Pasang (Studi Kasus: Wilayah Pesisir Pekalongan)*. Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta.
- Miladan, N. 2009. *Kajian Kerentanan Wilayah Pesisir Kota Semarang Terhadap Perubahan Iklim*. UNDIP. Semarang.
- Prawira, P, M., Pamungkas, A. 2014. *Mitigasi Kawasan Rawan Banjir Rob Di Kawasan Pantai Utara Surabaya*. Jurnal Teknik POMITS Vol. 3, No. 2 ISSN: 2337-3539. ITS. Surabaya.
- Pribadi, U. A. 2011. *Penilaian Dampak Kenaikan Muka Air Laut Terhadap Wilayah Pesisir (Studi Kasus: Kota Semarang)*. IPB. Bogor.

- Pugh, D.T. 2004. *Changing sea levels. Effects of tides, weather and climate*. Cambridge University Press.
- Putra, D.R. 2012. *Identifikasi Dampak Banjir Genangan (Rob) Terhadap Lingkungan Permukiman Di Kecamatan Pademangan Jakarta Utara*. Jurnal Bumi Indonesia Vol. 1 No. 1 tahun 2012. UGM. Yogyakarta.
- Putuhena, J. D. 2011. *Pengembangan pulau – pulau kecil*. ISBN: 978-602-98439-2-7.
- Ristianto. 2011. *Kerentanan Wilayah Pesisir Terhadap Kenaikan Muka Air Laut (Studi Kasus Wilayah Pesisir Utara Jawa Barat)*. FMIPA Universitas Indonesia. Depok.
- Rositasari, R. Setiawan, W.B. Supriadi, I.H. Hassanudin, Prayuda, B. *Kajian dan Prediksi Kerentanan Pesisir Terhadap Perubahan Iklim : Studi Kasus di Pesisir Cirebon*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelutan Tropis, Vol. 3, No. 1 Hal.52-64, Juni 2011. LIPI.
- Sihombing, W.H, Suntoyo, Sambodho, K. 2012. *Kajian Kenaikan Muka Air Laut Di Kawasan Pesisir Kabupaten Tuban, Jawa Timur*. JURNAL TEKNIK ITS Vol. 1,(Sept, 2012). ISSN : 2301-9271
- Subandono, Budiman, Agung, F. 2009. *Menyiasati Perubahan Iklim Di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*. Buku Ilmiah Populer. Bogor.
- Sulma, S. 2012. *Kerentanan Pesisir Terhadap Kenaikan Muka Air Laut (Studi Kasus Surabaya Dan Daerah Sekitarnya)*. FMIPA Universitas Indonesia. Depok.
- Suparmoko. 2009. *Panduan dan analisis valuasi ekonomi sumberdaya alam dan lingkungan (konsep, metode perhitungan, dan aplikasi)*. Yogyakarta: Fakultas Ekonomi UGM.
- Taymaz, T. and Willige, B.T., 2006, *Remote Sensing and GIS Contribution to Tsunami Risk Sites Detection of Coastal Areas in the Mediterranean*. The Third International Conference on Early Warning, Bonn.
- Ward, P. J. Marfai, M. A, Yulianto, F. Hizbaron DR, Aerts JCJH. 2011. *Coastal inundation and damage exposure estimation: a case study for Jakarta*. Natural Hazards, 56:899-916.



**“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”**

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Riswanda Firman Syahputra. Biasa dipanggil dengan panggilan Wawan. Anak pertama dari 2 bersaudara ini dilahirkan di Surabaya, 29 April 1992 dari pasangan Suhardi dan Erni Machmudah. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SD Ta'miriyah Surabaya, SMP Negeri 2 Surabaya dan SMA Negeri 21 Surabaya, dan telah meraih gelar Sarjana Teknik yang ditempuh selama 4 tahun di Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS. Dalam penelitian tugas akhir program sarjana penulis mengambil topik terkait air limbah dengan judul “Studi Perubahan Nilai Indeks Pencemar Badan Air Di Kota Surabaya Terhadap Dominasi, Diversitas Genus

Alga Dan Konsentrasi Klorofil-A”. Selain bidang akademis, penulis tertarik dalam bidang organisasi. Penulis sempat aktif di Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) dengan menjabat posisi sebagai anggota departemen Hubungan masyarakat. Selain itu penulis juga aktif dalam kepanitiaan di berbagai kegiatan himpunan lainnya dan mengikuti beberapa pelatihan dan seminar, antara lain LKMM Pra-TD dan pemakalah dalam Seminar Solid Waste Management II. Saat ini penulis sudah bekerja di perusahaan jasa yang bergerak di bidang konsultasi lingkungan terkait PROPER dan pemantauan lingkungan.

Dalam pembuatan laporan tesis, penyusun mengambil topik dengan judul “Kajian Kerentanan Wilayah Pesisir Terhadap Kenaikan Muka Air Laut Untuk Menentukan Upaya Adaptasi Dan Mitigasi Di Kabupaten Sidoarjo”. Untuk lebih mengenal profil penulis serta memberikan kritik dan saran dapat ditujukan ke [riswanda.firman2904@gmail.com](mailto:riswanda.firman2904@gmail.com) atau +62 82234915330.